



**Instituto Politécnico de Tomar**

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**Estágio na LIPRONERG – Engineering  
Consultants  
Projeto e Certificação Energética**

Dissertação de Estágio

**João Carlos dos Santos Domingos**

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica  
Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial

**Tomar / novembro / 2017**





**Instituto Politécnico de Tomar**

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**João Carlos dos Santos Domingos**

**Estágio na empresa LIPRONERG –**

***Engineering Consultants***

**Projeto e Certificação Energética**

Dissertação de Estágio

Orientado por:

Engenheiro Luís Inácio – CEO Lipronerg

Engenheiro Vítor Carvalho – Coordenador área 11

Engenheiro Rui Santos – Coordenador área 12

Engenheiro Pedro Granchinho – IPT/ESTT

Dissertação de Estágio

Apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar

para cumprimento dos requisitos necessários

à obtenção do grau de Mestre

em Engenharia Eletrotécnica



## DEDICATÓRIA

---

Aos meus pais.









## RESUMO

---

Esta dissertação diz respeito ao estágio curricular realizado na empresa Lipronerg - *Engineering Consultants*.

A empresa em questão tem como missão:

- Aumentar a eficiência energética nos edifícios e/ou indústrias;
- Contribuir para um desenvolvimento mais sustentável com inclusão das energias renováveis;
- Melhorar a qualidade de ar dos ocupantes do edifício de forma a reduzir o consumo de energia na climatização;
- Contribuir para tornar o edifício mais eficiente e com uma melhor classe energética, reduzindo custos de consumo.

O estágio dividiu-se nas duas áreas de negócio da empresa, a área 11 (Projeto e Fiscalização) e a área 12 (Serviços de Engenharia).

Ao longo do estágio, foram solicitados diversos trabalhos em ambas as áreas. A área de Projeto consistiu na elaboração de vários projetos de instalações elétricas (circuito de tomadas, iluminação interior / exterior, esquema de quadros elétricos) através do programa *AutoCAD* 2016, bem como verificar as condições impostas pelas regras técnicas RTIEBT.

Já na área de Serviços de Engenharia abrangeu essencialmente levantamentos de campo, montagem de analisadores de rede, tratamento de dados e por fim a elaboração de relatórios sobre as medidas de melhoria a adotar.

Palavras chave: Projetos Elétricos, Certificação e Auditoria Energética, RTIEBT.



# ABSTRACT

---

This report refers to the work carried out at the end of the curriculum internship at Lipronerg - Engineering Consultants.

The company in question has the following tasks:

- Increasing energy efficiency in buildings and / or industries;
- Contribute to a more sustainable development with the inclusion of renewable energies;
- Improve the quality of air the occupants of the building in order to reduce the consumption of energy in the air conditioning;
- Contribute to making the building more efficient and with a better energy class, reducing consumption costs.

The internship was divided into the two business areas of the company, area 11 (Project and Inspection) and area 12 (Engineering Services).

During the internship, several activities were carried out in both areas. The Project area consisted in the elaboration of several projects of electrical installations (circuit of plugs, indoor / outdoor illumination, scheme of electrical boards) through the program AutoCAD 2016, as well as, verify the conditions imposed by the RTIEBT technical rules.

In the area Engineering Services, it mainly covered field surveys, network analyzer assembly, data processing and, finally, the preparation of reports on improvement measures to be adopted.

Keywords: Electrical Projects, Energy Certification and Audit, RTIEBT.



## AGRADECIMENTOS

---

Durante a realização do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial (M2E) numa fase final a realização do estágio curricular, várias foram as dificuldades ultrapassadas. Agora que se aproxima mais uma fase final do meu percurso académico cabe-me agradecer a todos aqueles que contribuíram para que tal fosse possível.

Agradeço à empresa Lipronerg - *Engineering Consultants*, ao engenheiro responsável da mesma, Luís Inácio pela possibilidade da realização deste estágio.

Aos colaboradores da empresa pelo ótimo ambiente e apoio, o que contribuiu para o meu crescimento técnico e profissional. Um agradecimento também para o Eng.º Vítor Carvalho, por partilhar e transmitir o seu conhecimento. E um agradecimento muito especial para o Eng.º Rui Santos.

Agradeço à Eng.<sup>a</sup> Dulce Lopes que tratou de todo o processo entre as entidades de forma rápida e concisa.

Ao meu orientador Eng.º Pedro Granchinho pelo tempo disponibilizado e orientação ao longo da realização do estágio.

E por fim aos meus pais, irmão, namorada e amigos que sempre me apoiaram.



# ÍNDICE

---

DEDICATÓRIA.....	iii
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
AGRADECIMENTOS.....	xi
ÍNDICE .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xx
LISTA DE SÍMBOLOS .....	xxiv
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	4
2.1. Áreas de Trabalho .....	5
2.2. Trabalhos desenvolvidos no estágio.....	6
3. Organização do documento .....	7
CAPÍTULO 2 .....	9
Subunidade 11 - Projetos e Fiscalização .....	9
1. Introdução.....	11
1.1. Normas e Regulamento .....	11
1.2. Classificação das Instalações .....	12
1.3. Técnicos Responsáveis.....	16
1.4. Licenciamento .....	16
1.5. Certificação das Instalações .....	19
1.6. Análise e Aprovação de Projetos .....	20
1.7. Elementos de um Projeto Elétrico .....	22
1.7.1. Peças escritas.....	22
1.7.2. Peças desenhadas.....	23
2. Projeto Elétrico de um Edifício Escolar .....	24
2.1. Classificação dos Locais .....	25
2.2. Aparelhagem Elétrica.....	27
2.3. Interruptores, comutadores e botões de pressão.....	28
2.4. Tomadas .....	28
2.4.1. Cálculo de circuito tomadas (circuito 1) exemplo.....	29

2.5. Iluminação normal.....	33
2.5.1. Cálculo de circuito iluminação (circuito 2) exemplo .....	34
2.6. Dimensionamento em software do circuito de iluminação .....	36
2.7. Características dos materiais .....	40
2.8. Condutores .....	41
2.9. Canalizações Elétricas.....	42
2.10. Seleção das Proteções.....	43
2.11. Quadros elétricos.....	44
2.12. Gerador.....	48
CAPÍTULO 3 .....	50
Subunidade 12 – Serviços de engenharia .....	50
1. Introdução.....	52
1.1. Normas e Regulamentação .....	52
1.2. Certificação energética.....	54
1.3. Auditorias energéticas .....	55
1.3.1. Objetivos da realização de uma AE.....	55
1.3.2. Benefícios da realização de uma AE .....	56
2. Auditoria Energética .....	58
2.1. Planeamento .....	59
2.2. Trabalho de Campo .....	60
2.3. Tratamento da informação recolhida.....	66
2.3.1. Consumos e custos globais de energia .....	67
2.3.2. Encargos .....	69
2.3.3. Medições e diagrama de carga .....	69
2.3.4. Monitorização de Quadros .....	70
2.3.5. Análise e desagregação dos consumos .....	71
2.3.6. Levantamento de iluminação.....	73
2.4. Elaboração do Relatório .....	75
2.5. Oportunidade de Racionalização de Consumo de Energia (ORCE) .....	77
2.5.1. Iluminação .....	79
2.5.2. Sensores de Movimentos.....	79
2.5.3. Retrofitting Iluminação .....	79
2.5.4. Substituição do Sistema de AVAC.....	81
2.5.5. Alteração das Caixilharias e Vidros .....	82
2.5.6. Sistema Fotovoltaico .....	84
2.6. Indicadores .....	90
3. CONCLUSÕES.....	93



4. REFERÊNCIAS e BIBLIOGRAFIA .....	95
ANEXOS.....	97



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1: logotipo da empresa.....	4
Figura 2: organograma da empresa Lipronerg .....	5
Figura 3: fluxograma da análise e aprovação de projetos .....	21
Figura 4: desenho do circuito 1 de tomadas .....	32
Figura 5: considerações para dimensionamento.....	36
Figura 6: disposição das luminárias .....	37
Figura 7: iluminância no plano de trabalho.....	38
Figura 8: desenho do circuito 2 de iluminação .....	39
Figura 9: parte do diagrama de quadros .....	46
Figura 10: esquema elétrico do quadro elétrico parcial 2 .....	47
Figura 11: esquema elétrico de ligação do gerador.....	49
Figura 12: metodologia de trabalho (a verde, serviço não contratualizado) .....	58
Figura 13: principais tarefas do planeamento .....	59
Figura 14: principais tarefas do trabalho de campo .....	60
Figura 15: analisador de rede Panasonic .....	62
Figura 16: termómetro de infravermelhos.....	62
Figura 17: pinça amperimétrica.....	63
Figura 18: luxímetro.....	63
Figura 19: câmara termográfica .....	64
Figura 20: distanciómetro.....	64
Figura 21: luvas de proteção .....	65
Figura 22: gráfico de desagregação horária .....	68
Figura 23: gráfico de desagregação horária .....	69
Figura 24: diagrama de carga do quadro Piso 1 (Ala Direita) .....	70
Figura 25: diagrama de carga do quadro Piso 1 (Ala Direita), de um dia.....	71
Figura 26: desagregação por sectores.....	72
Figura 27: gráfico com percentagem de energia por tecnologia .....	74
Figura 28: gráfico com percentagem pelo numero de lâmpadas por tecnologia.....	74
Figura 29: elementos relevantes para a estrutura de um relatório (AE).....	75
Figura 30: fixação de painéis solares fotovoltaicos .....	84
Figura 31: break even.....	87
Figura 43: radiador de parede (Fonte: S317, trabalho de campo) .....	18

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: várias portarias bem com decreto lei .....	12
Tabela 2: instalações elétricas que carecem de projeto .....	14
Tabela 3: classificações quanto às influências externas .....	26
Tabela 4: classificação das classes .....	27
Tabela 5: folha de <i>Excel</i> com o dimensionamento do circuito1 de tomadas .....	32
Tabela 6: folha de <i>Excel</i> com o dimensionamento do circuito2 de iluminação .....	39
Tabela 7: diâmetro nominal dos tubos VD, em função da secção e do número de condutores .....	42
Tabela 8: cor dos condutores isolados e respetiva ordem sequencial .....	43
Tabela 9: folha de <i>Excel</i> com o dimensionamento dos circuitos alimentados a partir do QE .....	45
Tabela 10: tabela resumo da legislação em vigor .....	53
Tabela 11: folha de <i>Excel</i> para “tratamento” das faturas. ....	67
Tabela 12: consumos por dia do quadro Piso 1 (Ala Direita) .....	71
Tabela 13: desagregação por sectores .....	72
<b>Tabela 14: folha de <i>Excel</i> , com parte do levantamento de iluminação</b> .....	<b>73</b>
Tabela 15: tabela resumo dos investimentos .....	78
Tabela 16: tecnologias utilizadas e os seus equivalentes em Led .....	79
Tabela 17: energia consumida atualmente e com substituição de tecnologia LED .....	80
Tabela 18: custo energético e poupança anual .....	80
Tabela 19: investimento na troca de iluminação .....	80
Tabela 20: resumo da medida de melhoria de iluminação .....	81
Tabela 21: investimento no sistema de AVAC .....	81
Tabela 22: resumo da medida de melhoria do sistema de AVAC .....	82
Tabela 23: investimento em caixilharias e vidros .....	83
Tabela 24: resumo da medida de melhoria dos vãos envidraçados .....	83
Tabela 25: estimativa anual do comportamento do gerador fotovoltaico .....	85
Tabela 26: estimativa do aumento das tarifas .....	86
Tabela 27: estudo económico .....	87
Tabela 28: investimento fotovoltaico .....	89
Tabela 29: resumo da medida de melhoria do sistema fotovoltaico .....	90
Tabela 30: consumo e custos energético no edifício .....	90
Tabela 31: consumo energético no edifício .....	91
Tabela 32: estimativa de redução no consumo energético no edifício .....	91
Tabela 33: consumo energético no edifício após aplicação das medidas de melhoria .....	91
Tabela 34: classificações quanto às influências externas .....	4
Tabela 35: designação de locais .....	6
Tabela 36: classificação das classes .....	7
Tabela 37: desagregação energético por sectores .....	9
Tabela 38: descrição da constituição da parede exterior .....	14
Tabela 39: descrição da constituição da cobertura exterior .....	14
Tabela 40: descrição da constituição do pavimento em contato com o exterior .....	14
Tabela 41: descrição da constituição das paredes interiores PI1 e PI2 .....	15
Tabela 42: descrição da constituição dos vãos envidraçados .....	15
Tabela 43: características do equipamento de climatização (aquecimento) .....	20
Tabela 44: características de iluminação .....	22
Tabela 45: horários de funcionamento .....	27
Tabela 46: potência contratada do contador .....	29
Tabela 47: períodos tarifários para tarifa Tetra horaria .....	29

Tabela 48: desagregação dos consumos pelas tarifas.....	32
Tabela 49: encargos da fatura elétrica.....	35
Tabela 50: consumo mensal de gasóleo e os seus encargos.....	37
Tabela 51: caracterização dos consumos de eletricidade e gasóleo .....	40
Tabela 52: caracterização dos consumos em energia primária .....	40
Tabela 53: caracterização dos consumos/custos de Energia Elétrica e Gasóleo.....	40
Tabela 54: custo energético por utilização .....	43
Tabela 55: desagregação por sectores .....	44
Tabela 56: consumos por dia quadro Piso 1 (Ala Direita) .....	46
Tabela 57: consumos por dia quadro Piso 0 (Ala Direita). .....	47
Tabela 58: consumos por dia quadro Piso 1 (Zona Central). .....	49
Tabela 59: tabela resumo de consumos do edifício.....	52
Tabela 60: classe energética do imóvel.....	52
Tabela 61: tabela resumo da simulação de medidas de melhoria .....	52
Tabela 62: tabela resumo dos investimentos.....	53
Tabela 63: tecnologias utilizadas e os seus equivalentes em Led .....	55
Tabela 64: energia consumida atualmente e com substituição .....	55
Tabela 65: custo energético e poupança anual .....	55
Tabela 66: investimento .....	56
Tabela 67: resumo medida de melhoria de iluminação.....	56
Tabela 68: investimento sistema de AVAC .....	57
Tabela 69: resumo da medida de melhoria do sistema de AVAC .....	57
Tabela 70: investimento caixilharias e vidros .....	58
Tabela 71: tabela final .....	59
Tabela 72: estimativa anual do comportamento do gerador fotovoltaico .....	61
Tabela 73: estimativa do aumento das tarifas .....	63
Tabela 74: estudo económico.....	64
Tabela 75: investimento fotovoltaico .....	65
Tabela 76: implementação .....	67
Tabela 77: indicadores, <b>CO2</b> e custo de energia primária .....	68
Tabela 78: indicadores, <b>CO2</b> e custo de energia primária, no período de investimento.....	69
Tabela 79: classe energética após implementação das medidas de eficiência energética.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

É comum recorrer-se à utilização de siglas e de abreviaturas ao longo do texto.

O significado das mesmas encontra-se identificado na lista seguinte (por ordem alfabética).

AE – Auditoria Energética

ANACOM – Autoridade Nacional de Comunicações

ANIIE – Associação Nacional Inspetora de Instalações Elétricas

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BT – Baixa Tensão

BTE – Baixa Tensão Especial

CE – Certificado Energético

CENELEC – Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica

CERTIEL – Associação Certificadora de Instalações Elétricas

CFL – Lâmpada Fluorescente Compacta

COP – *Coefficient Of Performance*

DGAJ – Direção Geral de Administração da Justiça

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

DPE – Distribuidor Público de Energia Elétrica

DRE – Direções Regionais da Economia

DST – Descarregador de Sobretenção

EDP – Energia De Portugal

EEE – Empresa de Equipamentos Elétrica, S.A

ERIIE – Entidade Regional Inspetora de Instalações Elétricas

GES – Grandes Edifícios de Comércio e Serviço

GTC – Gestão Técnica Centralizada

IEP – Instituto Eletrotécnico Português

IK – Índice de proteção contra impacto Mecânico

INIAV – Instituto Nacional da Investigação Agrária e Veterinária

IP – Índice de Proteção

IPAC – Instituto Português da Acreditação

ITED – Infraestrutura de Telecomunicações em Edifícios

ITUR – Infraestrutura de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Conjuntos Edifícios

LCOE – *Levelized Cost of Energy* (custo da energia por kWh produzida pelo sistema ao longo do tempo de vida do projeto)

LED – *Light Emitting Diode*

MT – Média Tensão

NIP – Número de Identificação do Prédio

OE – Ordem dos Engenheiros

OET – Ordem dos Engenheiros Técnicos

ORCE – Oportunidade de Racionalização de Consumo de Energia

PEAD – Polietileno Alta Densidade

PME – Pequenas e Médias Empresas

POSEUR – Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

PREn – Plano de Racionalização do Consumo de Energia

PRI – Períodos de Recuperação do Investimento

PRIA – Períodos de Recuperação do Investimento Atualizado

PRS – Período de Retorno Simples

PT – Posto de Transformação

QGBT – Quadro Geral Baixa Tensão

RECS – Regulamento de desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

ROI – Return on Investment (Retorno sobre Investimento)

RTIEBT – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão

SADI – Sistema Automático de Detecção de Incêndios

SCE – Sistema Certificação Energética dos Edifícios

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios

SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

TIM – Técnico de Instalação e Manutenção

TIR – Taxa Interna de Rentabilidade





## LISTA DE SÍMBOLOS

---

Ao longo do relatório de projeto recorre-se à utilização de termos técnicos relacionados com a especificidade do trabalho:

A – Ampére

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

I<sub>2</sub> – Intensidade limite de não funcionamento do aparelho de proteção.

I<sub>b</sub> – Corrente de serviço do circuito

I<sub>cc</sub> – Corrente de curto-circuito

I<sub>f</sub> – Intensidade limite de funcionamento

I<sub>p</sub> – Corrente de pico

I<sub>z</sub> – Corrente da canalização

I'<sub>z</sub> – Corrente máxima admissível da canalização

kV – kilo Volt

kVA – kilo Volt Ampére

kWh – kilo Watt hora

kWp – kilo Watt pico

l – Comprimento

°C – Temperatura em graus Celsius

S – Potência aparente

s – Secção do condutor

tep – Tonelada Equivalente de Petróleo

ton – Tonelada

U – Tensão simples

U<sub>c</sub> – Tensão Composta

V – Volt

$\Delta U$  – Queda de tensão



## CAPÍTULO 1

**Resumo:** Neste capítulo efetua-se uma pequena introdução da empresa bem como as suas áreas de trabalho, a sua estrutura, assim como o enquadramento do estágio realizado.



## 1. INTRODUÇÃO

---

O presente documento visa descrever as atividades que foram realizadas durante o período de estágio, com duração de 9 meses na Lipronerg - *Engineering Consultants*.

A realização deste estágio profissional teve como objetivo principal integrar e consolidar os conhecimentos obtidos na fase curricular da licenciatura e do mestrado, bem como adquirir e melhorar competências no contexto da prática da engenharia eletrotécnica. Para além disso a elaboração deste relatório tem como finalidade caracterizar, descrever as atividades desenvolvidas e as competências adquiridas com a sua realização.

Desta forma, ao longo dos seus 3 capítulos vão ser apresentados de uma forma geral os tipos de trabalhos realizados, o enquadramento científico e legal, as atividades desenvolvidas em cada área e por último (anexo formato digital), as considerações finais das mesmas.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

---

A empresa Lipronerg – *Engineering Consultants*, sediada no Entroncamento, possui várias soluções integradas de engenharia, tais como: (Fonte Lipronerg)

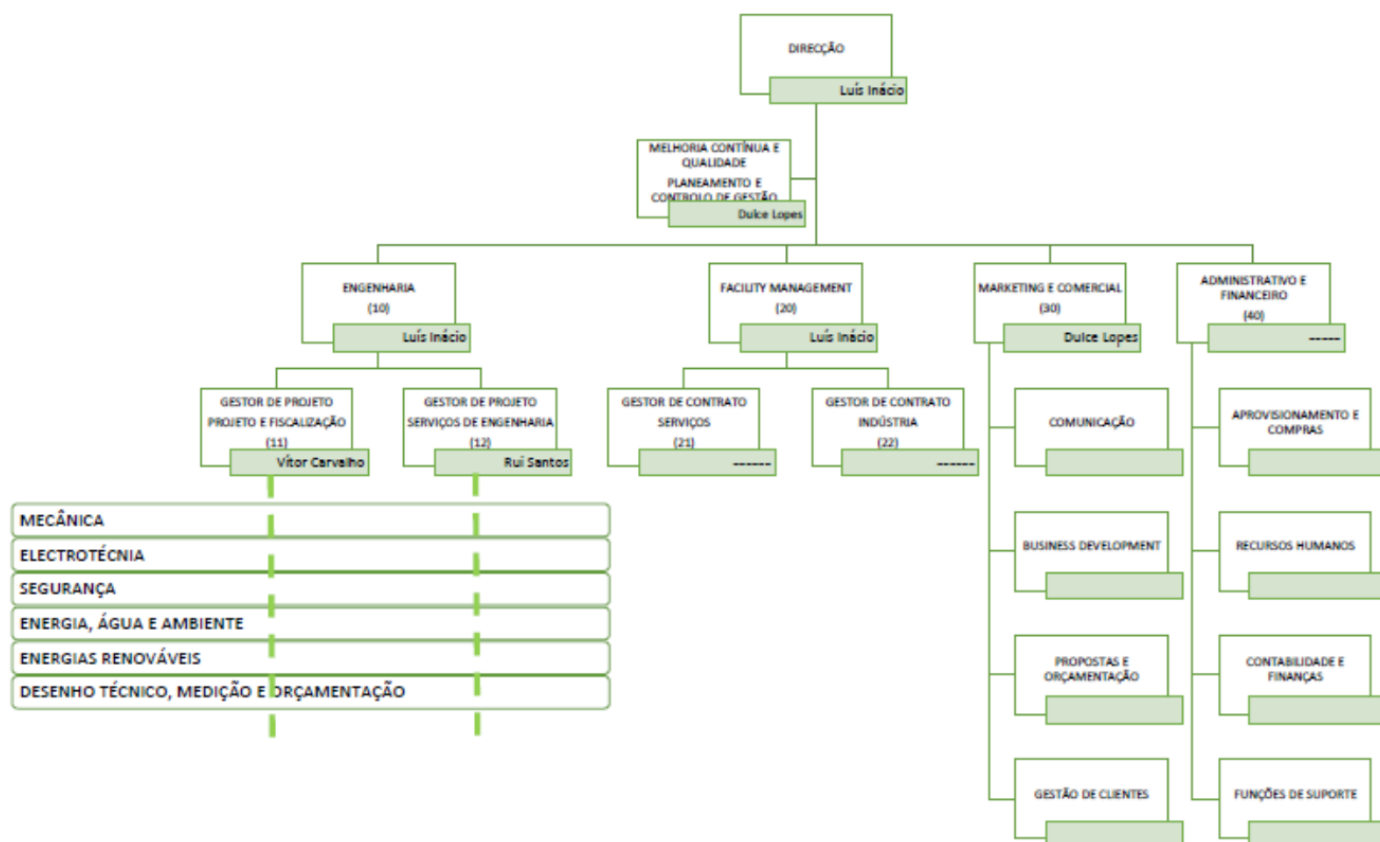
- Projetos de Engenharia
- Certificação Energética
- Auditorias Energéticas
- Eficiência Energética
- Energias Renováveis



**Figura 1: logotipo da empresa**

Para ajudar a perceber o decorrer do estágio é importante perceber a estrutura da empresa. A Figura 1 mostra um organograma onde se demonstra a organização da empresa (Figura 1).





**Figura 2: organograma da empresa Lipronerg**

Como se pode constatar na Figura 2, a parte de engenharia divide-se em duas áreas de negócio, nomeadamente de Projetos e Fiscalização e Serviços de Engenharia. É política da empresa que todos os colaboradores apesar de estarem mais ligados a uma das áreas podem a qualquer altura fazer parte de outra (matriz horizontal). (Fonte Lipronerg)

## 2.1. Áreas de Trabalho

Atualmente a empresa desenvolve trabalho em duas áreas como se descreveu anteriormente. A Subunidade 11 - Projetos e Fiscalização é a área que desenvolve todos os projetos das especialidades, ou seja, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), Instalações Elétricas (IE); (SADI), Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED)/ Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e conjunto de Edifícios (ITUR), Gestão Técnica Centralizada (GTC), Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) e fiscalização de obra.

Já a Subunidade 12 - Serviços de Engenharia, é a área que se dedica à eficiência energética, certificação e auditorias.

## **2.2. Trabalhos desenvolvidos no estágio**

Relativamente aos trabalhos realizados pelo estagiário foram desenvolvidos trabalhos em ambas as Subunidades.

### **Subunidade 11 - Projetos e Fiscalização**

- Processo Escola Salvaterra de Magos – Apoio no projeto elétrico (tomadas, iluminação e esquemas de quadros)
- Processo Museu de Cuba - Apoio no projeto elétrico (tomadas, iluminação e esquemas de quadros)
- Processo Campus de Moçambique - Apoio no projeto elétrico (tomadas, iluminação, esquemas de quadros, quadros de AVAC)

### **Subunidade 12 - Serviços de Engenharia**

- Processo Prio - Levantamento de campo, Colocação de analisadores de rede, tratamento de dados e relatório
- Processo Calzedonia - Levantamento de campo, Colocação de analisadores de rede, tratamento de dados e relatório
- Processo Escola Bombarral - Levantamento de campo, Colocação de analisadores de rede, tratamento de dados e relatório
- Edifícios PT - Levantamento de campo, Colocação de analisadores de rede, tratamento de dados e relatório
- Edifícios DGAJ - Levantamento de campo, Colocação de analisadores de rede, tratamento de dados e relatório
- Edifícios INIAV - Levantamento de campo, Colocação de analisadores de rede, tratamento de dados e relatório

### 3. Organização do documento

---

O presente relatório encontra-se dividido em 3 capítulos.

No primeiro capítulo, é feita uma introdução onde se explica de forma sucinta a duração do estágio e quais os pontos a reter no final do estágio.

É também efetuada a apresentação da empresa, bem como as suas áreas de trabalho e o local onde o estágio decorreu. São também explicados os trabalhos realizados durante o mesmo.

Uma vez que existem na empresa duas áreas de negócio e o estágio englobou trabalhos nas duas, cada um dos capítulos explana os trabalhos realizados em cada uma dessas áreas: Projetos e Fiscalização (projeto elétrico, neste caso) e Serviços de engenharia (certificação energética e auditorias energéticas).

O segundo e terceiro capítulo trata das áreas já referidas e descreve cada uma delas (trabalhos realizados na empresa durante o estágio). Essas áreas estão divididas em dois pontos. O primeiro ponto trata-se de uma introdução teórica dos temas, bem como normas e regulamentação. Já o segundo ponto trata de um exemplo de trabalho realizado.



## **CAPÍTULO 2**

### **Subunidade 11 - Projetos e Fiscalização**

**Resumo:** Neste capítulo efetua-se a descrição dos trabalhos desenvolvidos na área de projetos e fiscalização. Existe uma introdução teórica, com especial incidência na legislação.

Neste capítulo são também apresentados cálculos exemplificativos de vários dimensionamentos utilizados ao longo do projeto (que se encontra na totalidade em formato digital).



# **1. Introdução**

---

A conceção de um projeto de instalações elétricas depende de determinadas regras e parâmetros definidos pela lei, sendo necessário recorrer a regulamentação e normas.

Para tal, neste capítulo serão descritas nas várias alíneas, as secções das Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) e outras normas Portuguesas mais relevantes, para assim poder assegurar as condições necessárias para elaboração de um bom projeto de instalações elétricas.

## **1.1. Normas e Regulamento**

Nas instalações elétricas existe um conjunto de leis de que satisfazem a sua segurança e ao mesmo tempo permitem uma adaptação às exigências de uma entidade pública ou industrial, sem nunca condicionar a evolução/progresso dessa identidade.

Tal como é referido nas RTIEBT: “O Decreto-Lei n.º 226/2005, de 28 de dezembro, estabeleceu que as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) são aprovadas por portaria do Ministério da Economia, sob proposta do diretor-geral de Geologia e Energia”. (RTIEBT 2016)

As RTIEBT indicam ainda as normas para a conceção do projeto de instalações elétricas, garantindo confiabilidade na sua correta execução e satisfazendo as necessidades para correta utilização para a qual foi destinada.

**Tabela 1: várias portarias bem com decreto lei**

Nome do documento	Última Alteração	Fonte de informação	Observações
Decreto Regulamentar n.º 90/84 de 26 de dezembro	-	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 42895 de 31 de março	Decreto Regulamentar n.º 14/77 de 18 de fevereiro	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 949-A/2006 de 11 de setembro	-	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de novembro	Decreto-Lei n.º 259/2002 de 23 de novembro	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto	-	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro	Decreto-Lei n.º 224/2015 de 9 de outubro	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro	-	Diário da República	Legislação
Prescrições e Especificações Técnicas das ITED	-	ANACOM	Manual

## 1.2. Classificação das Instalações

O Decreto Lei 101/2007 (artigo 7.º) faz a classificação das instalações em três categorias diferentes, consoante o tipo de alimentação elétrica.

Assim sendo, no referido decreto lei diz: “As instalações elétricas de serviço particular, para efeitos do seu licenciamento ou aprovação, classificam-se nos três tipos seguintes:

Tipo A — instalações de carácter permanente com produção própria, não incluídas no tipo C;

Tipo B — instalações que sejam alimentadas por instalações de serviço público em média, alta ou muito alta tensão;

Tipo C — instalações alimentadas por uma rede de distribuição de serviço público em baixa tensão (B.T) ou instalações de carácter permanente com produção própria em baixa tensão até 100 kVA;



As instalações elétricas do tipo C, cuja potência é igual ou inferior a 50 kVA, não carecem de projeto de licenciamento, com exceção das seguintes:

- Instalações elétricas estabelecidas em locais sujeitos a risco de explosão
- Instalações de parques de campismo e portos de recreio (marinas)
- Redes particulares de distribuição de energia elétrica em B.T e respetivas instalações de iluminação exterior (DL517/80)

Em resumo as instalações que carecem de projeto apresentam-se na Tabela 2. (CERTIEL,2013)

**Tabela 2: instalações elétricas que carecem de projeto**

Tipo de instalação a certificar:	Já explorada? (em exploração)		Carece de Projeto Aprovado?
	Sim	Não	
Instalação elétrica do tipo C em recinto público ou privado destinado a espetáculos ou outras diversões (1)(5)	Sim		Sim (2)
		Não	
Instalação elétrica estabelecida em local sujeito a risco de explosão (5)	Sim		Sim (2)
		Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja a potencia a alimentar pela rede seja superior a 50kVA	Sim		Sim (2)
		Não	
Instalação elétrica de parque de campismo ou porto de recreio (marina) (5)	Sim		Sim (2)
		Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja superior a 50 kVA dotada de gerador de socorro e ou segurança (7)	Sim		Sim (2) (6)
		Não	
Instalação elétrica de serviço particular do tipo C cuja potência a alimentar pela rede seja inferior a 50 kVA dotada de gerador de socorro e ou segurança	Sim		Não
		Não	
Rede particular de distribuição de energia elétrica em B.T. e respetiva instalação de iluminação exterior (5)	Sim		Sim (2)
		Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado pelo quadro de colunas (4)	Sim		Sim (2)
		Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado pelo quadro de colunas, sendo agora alimentado por ramal independente (4)	Sim		Sim (2)
		Não	
Aumento de potência para um local comercial alimentado por ramal independente (4)	Sim		Dispensável (3)
		Não	Sim (2)
União de dois ou mais locais comerciais que eram alimentados por ramal independente, passando agora a um só, alimentado por ramal independente (4)	Sim		Sim (2)
		Não	
União de dois ou mais locais comerciais que eram alimentados pelo quadro de colunas, passando agora a um só, alimentado pelo quadro de colunas (4)	Sim		Sim (2)
		Não	
Modificação de um local comercial sem alteração da potência a alimentar (4)	Sim		Dispensável (3)
		Não	Sim (2)

**Notas:**

Não dispensa da consulta do DL 517/80, de 31 de Outubro, Anexo I, com as respetivas alterações no DL 101/2007, de 2 de Abril, Artigo 3º, e a legislação aplicável em vigor.

(1) Consideram-se: teatros, cinemas, praças de touros, casinos, circos, clubes, discotecas, piscinas públicas, associações desportivas ou recreativas, campos desporto, casas de jogo, autódromos e outros recintos de diversão;

(2) A instalação que carece de certificação, deverá estar de acordo com o projeto aprovado, inicial, ou retificativo no caso de ter sido alvo de modificações;

(3) Embora careça, por decisão superior poderá ser dispensada a sua apresentação conforme comunicado: “Remodelação de instalações de utilização alimentadas por ramal próprio” [boletim CERTIEL (Associação Certificadora de Instalações Elétricas) março 2004], sendo válido desde que a potência a certificar seja igual ou inferior a 50 kVA;

(4) Válida para uma instalação inserida num imóvel em que a soma da potência a alimentar, por um ou mais ramais, seja superior a 50 kVA;

(5) Independente da potência a alimentar;

(6) Todos os geradores carecem de certificação de exploração;

(7) Embora o, ou os geradores não carecem por si só de projeto aprovado, estes terão de fazer parte do projeto da instalação elétrica;

### 1.3. Técnicos Responsáveis

O DL 229/2006, o D.R. n.º 227, de 24 de Novembro altera o Decreto Regulamentar n.º 31/83 de 18 de Abril, que aprova o Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Elétricas de Serviço Particular, e anula parcialmente o disposto na alínea e) do n.º 3 do artigo 3.º do DL2004 de 6 de Janeiro. Quanto à competência dos técnicos responsáveis para elaboração de projeto, o decreto regulamentar n.º31/83, de 18 de abril atribui os seguintes níveis:

- Nível I – Aos técnicos que possam ser responsáveis pelo projeto de qualquer instalação elétrica;
- Nível II – Aos técnicos que possam ser responsáveis pelo projeto de qualquer instalação elétrica de tensão nominal inferior a 60 kV;
- Aos técnicos que possam assumir a responsabilidade pela exploração das instalações elétricas de potência nominal até 250 kVA e tensão até 30 kV;
- Nível III – Aos técnicos que possam ser responsáveis pelos projetos das instalações elétricas referidas nos pontos 3 e 4 do capítulo II, artigo. 4º do referido decreto.

### 1.4. Licenciamento

Na fase de licenciamento consideram-se as instalações elétricas de serviço público bem como as de serviço particular, de acordo com a sua classificação. (CERTIEL, ficha técnica nº12)

Quanto às instalações de serviço público existem duas situações:

1. Licenciamento sem necessidade de Licença de Estabelecimento:
  - a. O distribuidor deve apresentar a documentação seguinte:
    - Requerimento;
    - Projeto elétrico;
    - Declaração de autorização dos proprietários dos terrenos atravessados pela instalação elétrica, ou declaração de que se compromete a obter a respetiva autorização.
2. Licenciamento com necessidade de Licença de Estabelecimento:

- a. O distribuidor deve apresentar a documentação seguinte:
  - Requerimento;
  - Projeto elétrico (Número de exemplares igual ao número das entidades a consultar);
  - acrescido de 2 exemplares, um para a Direção Regional da Economia (DRE) respetiva e outro para Distribuidor Público de Energia Elétrica (DPE).

As instalações de serviço particular:

#### Tipo A

- a. O licenciamento deste tipo de instalação elétrica tem por objeto a emissão da autorização ou licença de exploração e tem como passos intermédios a emissão da Licença de Estabelecimento e a realização da Vistoria.
- b. Para o licenciamento de uma instalação elétrica Tipo A, deverá ser apresentado o seguinte:
  - Requerimento de Licença de estabelecimento;
  - Projeto Elétrico, assinado por um Engenheiro ou Engenheiro Técnico de eletrotecnia, incluindo termo de responsabilidade pela elaboração do projeto apresentado em triplicado no distribuidor público de energia elétrica;
  - A instalação só poderá entrar em exploração após a vistoria aprovativa.
- c. Não carecem de licença de estabelecimento as seguintes instalações:
  - Centrais termoelétricas, fotovoltaicas, eólicas e outras que utilizem fontes de energias renováveis de potência não superior a 100 kVA.
  - Centrais termoelétricas de potência não superior a 100 kVA, quando de segurança ou de socorro.
- d. Não carecem de licença de estabelecimento nem de vistoria:

- Grupos geradores acionados por motores de combustão móveis de B.T que alimentem instalações temporárias, com exclusão dos estaleiros, devidamente certificados com potência até 50 kVA e com corte geral do tipo diferencial de alta sensibilidade;
- Centrais fotovoltaicas ou eólicas para alimentação de equipamentos em tensão reduzida de segurança cuja potência não exceda 1000 W.

### Tipo B

- a. O licenciamento deste tipo de instalação elétrica tem por objeto a emissão da autorização ou licença de exploração e tem como passos intermédios a aprovação do projeto e a realização da Vistoria.
- b. Para o licenciamento de uma instalação elétrica Tipo B (Subestações, Postos de Seccionamento, Postos de Transformação e as instalações de B.T associadas deverá ser apresentado o seguinte:
  - Requerimento da licença de estabelecimento;
  - Projeto Elétrico, assinado por um engenheiro ou engenheiro técnico de eletrotécnica, incluindo termo de responsabilidade pela elaboração do projeto elaborado e instruído de acordo com o art. 4º DL 517/80, de 31 de Outubro.
  - O número de exemplares do projeto e o local de entrega depende do seguinte:
    - Caso as obras estejam sujeitas a licenciamento municipal o projeto em quadruplicado deverá ser entregue na respetiva Câmara Municipal.
    - No caso de não haver necessidade de licenciamento municipal o projeto em triplicado deve ser entregue no distribuidor público que o fará chegar às DRE

Relativamente às instalações do tipo A, do tipo B e de serviços públicos o licenciamento é da responsabilidade da DRE. É ainda da responsabilidade da DRE as instalações que tenham posto de transformação (P.T) próprio e/ou grupo gerador independentemente da classificação da instalação.

### **1.5. Certificação das Instalações**

Relativamente à certificação das instalações elétricas do tipo C, com a publicação do DL 272/92, de 3 de Dezembro (aprova as normas relativas ao funcionamento das Associações Inspetoras de Instalações Elétricas), e da portaria nº 662/96, de 14 de Novembro, e posteriormente com as alterações impostas pelo DL 101/2007, de 2 de Abril (Alteração ao DL 272/92, de 3 de Dezembro: artigo 2º e artigo 3º), o Estado atribuiu a responsabilidade de aprovação de projetos e certificação das instalações elétricas à CERTIEL, com o reconhecimento como Associação Nacional Inspetora de Instalações Elétricas (ANIIE).

A CERTIEL tem como missão contribuir, de forma decisiva, para a qualidade das instalações elétricas, garantindo a segurança dos seus utilizadores e do público em geral, e a eficiência no consumo de eletricidade. No âmbito das diversas competências que lhe foram atribuídas em fases distintas, pelo Estado, a CERTIEL exerce as seguintes atividades de gestão e certificação:

- Às instalações do tipo C, previstas no DL 101/2007, de 2 de Abril, onde se incluem as fontes centrais de segurança ou socorro até 100 kVA, as instalações coletivas e as redes particulares de distribuição estabelecidas em condomínios fechados.

As atividades da CERTIEL estão estabelecidas por intermédio de legislação própria, sendo a CERTIEL a entidade responsável por implementar as orientações que legalmente lhe estão cometidas. A CERTIEL é responsável por implementar os rumos que legalmente lhe estão conferidas, sob orientação da DGEG e é a gestora do processo de certificação das instalações.

Quanto ao modo de funcionamento da certificação das instalações, estas são asseguradas por duas entidades sem fins lucrativos e de utilidade pública. São elas a

CERTIEL, entidade gestora do processo de certificação sob orientação da DGEG, e pela entidade regional inspetora de instalações elétricas – ERIIE, tendo a responsabilidade de analisar os projetos e inspecionar as instalações com gestão e coordenação técnica assegurada pela CERTIEL.

A ERIIE é constituída pelo Instituto Eletrotécnico Português (IEP) que atua na região norte, pelo Laboratório Industrial da Qualidade (LIQ) responsável pela região centro, e pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) responsável pela área sul de Portugal.

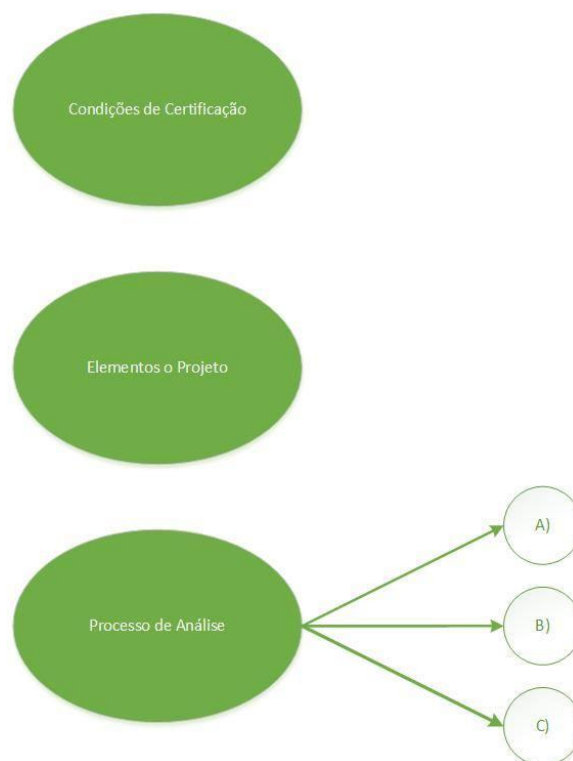
O reconhecimento do Instituto Português da Acreditação (IPAC), pelo trabalho de ambas as entidades, é por parte da CERTIEL a garantia perante os seus clientes do cumprimento estabelecido pela norma internacional NP EN 45011.

## **1.6. Análise e Aprovação de Projetos**

A CERTIEL ou as Entidades Regionais Inspetoras de Instalações Elétricas (ERIIE) são as entidades responsáveis por analisar os projetos, pelo que, o distribuidor de energia ou o requerente os deve enviar às referidas entidades. Deve ser enviado apenas um exemplar em papel, uma vez que a CERTIEL armazena os projetos no arquivo em formato digital. De referir, que o Município poderá dispensar o exemplar em papel pois, é lhe entregue em CD uma cópia do projeto aprovado.

Na análise e aprovação de projetos é importante ainda referir os seguintes aspetos, estes representados num fluxograma para uma melhor perceção do processo.





**Figura 3: fluxograma da análise e aprovação de projetos**

- A. Análise do projeto e contacto com o técnico responsável para o esclarecimento de eventuais dúvidas ou correções a realizar;
- B. O técnico responsável deve enviar as referidas correções num prazo máximo de 45 dias, para que as ERIIE possam emitir o seu parecer do projeto à CERTIEL;
- C. Decisão:

Esta responsabilidade é da CERTIEL, dando caminho ao parecer da ERIIE com exceção da existência de um motivo justificado para a recusa do envio do certificado;

Se o resultado for favorável será enviado ao técnico responsável um exemplar do projeto convenientemente validado juntamente com o Certificado de Aprovação, sendo informado o requerente e o Município da aprovação do projeto, em que o Município recebe em formato CD um exemplar do projeto;

Caso o parecer de análise ao projeto seja desfavorável, este terá de ser reformulado pelo técnico responsável e enviado novamente para análise e aprovação. (CERTIEL 2013)

## **1.7. Elementos de um Projeto Elétrico**

O projeto deve ser composto por:

### **1.7.1. Pecas escritas**

- Documentos técnicos:
  - Documento comprovativo da identificação do técnico responsável (ex: Cartão de Cidadão);
  - Comprovativo de inscrição na Ordem dos Engenheiros (OE) ou na Associação Nacional de Engenheiros Técnicos (nº5 do Art.º 7º do DL229/2006, de 24/11);
  - Declaração de projetos de Engenharia;
  - Termo de Responsabilidade;
    - Documento relativo à elaboração do projeto, assinado por um Engenheiro Eletrotécnico ou Engenheiro Técnico (OET) da especialidade eletrotécnica inscrito na DGEG, OET ou OE;
  - Ficha de identificação;
  - Ficha eletrotécnica:
    - Viabilizada pelo distribuidor com indicação do Número Identificação do Prédio (NIP).
- Memória descritiva e Justificativa:
  - Deve conter todos os elementos e esclarecimentos necessários para dar uma ideia perfeita da natureza, importância, função e características da instalação, nomeadamente, as razões de apresentação do projeto, a localização e a constituição, a discriminação das classes e dos tipos de obras que constituem o projeto, as características e as condições de estabelecimento dos equipamentos/materiais;

- Incluir os cálculos das diversas canalizações incluindo a verificação dos seguintes critérios: quedas de tensão, sobrecargas e curtos-circuitos;

### **1.7.2. Peças desenhadas**

- Planta de localização: Escala  $\geq 1:25000$ ;
- Planta de Implantação;
- Restantes peças desenhadas em escala favorável (1:20, 1:50, 1:100), de modo a evidenciar com clareza todos os traçados das canalizações e indicações dos elementos indispensáveis à conveniente apreciação do seu dimensionamento, tais como:
  - Alçados, cortes, desenhos de pormenor para o perfeito conhecimento das instalações projetadas;
  - Rede de alimentadores e classificação de locais;
  - Iluminação normal, de segurança e exterior;
  - Tomadas de uso geral e alimentação a equipamentos/máquinas;
  - Esquemas unifilares dos quadros elétricos, com indicação das características, aparelhos e restantes equipamentos;

Há ainda que considerar que:

- Todas peças desenhadas, devem ser rubricadas pelo técnico responsável, numeradas ou identificadas por letras ou algarismos e dobradas de acordo com as normas e regras técnicas em vigor;
- O projeto deve estar devidamente acondicionado. (Lopes 2013)

## 2. Projeto Elétrico de um Edifício Escolar

---

Este trabalho refere-se ao projeto das instalações elétricas de um edifício escolar. Existem espaços com vários tipos de utilização, que já se encontram definidos pela arquitetura.

Na concretização de um projeto a nível da instalação elétrica, existem considerações e procedimentos para o dimensionamento da mesma.

Os aspetos fundamentais para cada parte constituinte do projeto são os seguintes:

- Conceção das instalações;
- Indicação das características técnicas dos equipamentos a empregar ou das respetivas normas;
- Características dos aparelhos de utilização previstos para que se permitam dimensionar os circuitos em que estão inseridos;
- Os circuitos e as respetivas proteções contra sobreintensidades, com os cálculos eventualmente necessários para o seu efeito;
- As instalações de entrada, indicação das proteções contra sobreintensidades e respetiva justificação;
- Indicação do sistema adotado para proteção das pessoas e descrição pormenorizada da execução dos circuitos de proteção e dos respetivos elétrodos de terra;
- Alimentações necessárias a máquinas ou outros equipamentos.

## **2.1. Classificação dos Locais**

Na Tabela 3 está a classificação de alguns locais de influencias externas. As classificações das influências externas estão indicadas nas secções 320.2 a 323.2. das RTIEBT.

Cada condição de influência externa é designada por um código constituído sempre por um grupo de duas letras maiúsculas e de um algarismo. (RTIEBT 2016)

**Tabela 3: classificações quanto às influências externas**

		CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO AMBIENTE / UTILIZAÇÕES																	UTILIZAÇÃO					EDF.	
Nº	DESIGNAÇÃO LOCAIS	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB
1	Exterior exposto (jardins)	8	8	1	4	3	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1
2	Cozinha	4	4	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2+4	1	1
3	Inst. Sanitárias	4	4	1	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**	3	1	1	1	1
4	Circulação	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
6	Arrumo de Material Didático	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
7	Sala de Professores	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
8	Sala de Aulas/ Educação Plástica	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
9	Arrumos de Material	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
10	Zona Técnica	4	4	1	4	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	3	1	2	1	1
11	Biblioteca	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
12	Sala Polivalente	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
13	Sala de Pessoal	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
14	Despensa Secos/Frios	4	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
15	Zona de lixos	4	4	1	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
16	Refeitório	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
17	Zona Técnica - Grupo Gerador	4	4	1	4	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	3	1	2	1	1

As classes com a indicação \* e \*\* serão classificadas de acordo com a seguinte tabela:

**Tabela 4: classificação das classes**

	VOLUMES			
	0	1	2	3
AD	7	5	4	2
BB	3	3	2	2
IP	67	65	44	21/21C *

**Nota 1:** Os locais BA2 - serão considerados dois IP's. o valor 20C será para aparelhagem instalada a uma cota inferior a 1,50m. O valor IP20 será para as restantes áreas / volumes.

**Nota 2:** (\*) raio de arco circular concordante no ponto A, com a linha limite do volume 2. (ver figura 701G nas RTIEBT).

## 2.2. Aparelhagem Elétrica

No projeto de arquitetura, encontra-se também definida a localização do mobiliário e quadros de aula, assim sendo a localização das tomadas tem que “obedecer” a estas localizações.

As fichas e tomadas devem obedecer às disposições impostas pela secção 555.1 das RTIEBT bem como à norma NP 1260 no caso de fichas e tomadas para usos domésticos e à norma EN 60309 no caso de fichas e tomadas de corrente para usos industriais.

As fichas e as tomadas devem ser seleccionadas para que seja impossível tocar nas suas partes ativas nuas (quando em tensão), quer a ficha esteja totalmente introduzida na tomada ou não.

### **2.3. Interruptores, comutadores e botões de pressão**

Considera-se que a aparelhagem elétrica será embebida com espelhos isolantes, a proteger as partes acessíveis, cortando sempre o condutor fase e nunca o neutro e devem ser colocados ao lado da porta, a 1m de altura a partir do pavimento.

Os botões de pressão devem ser luminosos para o automático de escada. Os valores nominais devem ser 250V / 10A.

### **2.4. Tomadas**

Todas as tomadas terão um contacto de terra. Pela Comissão Internacional de Regulamentação (CEI), nas casas de banho as tomadas devem ser dotadas de tampas e estar colocadas a mais de 60cm da banheira ou base de chuveiro e o quadro dispor de proteção diferencial (no caso de estudo 30mA).

As tomadas instaladas no pavimento devem ter índices de proteção mínimos IP24 (salvo contrário na tabela de classificação) e IK07.

Nas zonas com classificação BA2 (zonas onde possam permanecer crianças), as tomadas deverão ser instaladas a uma cota de 1,5m (salvo aquelas que estão marcadas a alturas superiores).

A repicagem será feita nas tomadas desde que os ligadores que as equipam sejam adequados.

Todas as tomadas terão de ter contacto de terra e serão equipadas com obturadores (alvéolos protegidos).

Foram preconizadas canalizações do tipo esteira em teto falso e as descidas em tubagem VD16 ou equivalente embebido e condutores [XG/XZ1(frs,zh) (0,6/1kV)] de secção mínima 2,5mm<sup>2</sup> que permitem quedas de tensão inferiores aos 5% regulamentares.



### **2.4.1. Cálculo de circuito tomadas (circuito 1) exemplo**

Este circuito engloba as seguintes divisões:

Sala de atividades (distância de todo o circuito até ao quadro é de 43m);

Sendo que se trata de um circuito de tomadas monofásicas sem ter uma utilização definida e fixa, opta-se por considerar uma potência aparente de 2000VA

$$S = 2000\text{VA} \quad (1)$$

Em que:

S – potência aparente [VA]

Portanto, a potência a considerar é de 2000 VA.

$$I_s = \frac{S}{U} = \frac{2000}{230} = 8,7\text{A} \quad (2)$$

Em que:

$I_s$  – corrente de serviço [A]

U – tensão simples [V]

**Nota:** O valor 2000VA foi um valor definido pelo projetista

Obteve-se então uma corrente de serviço de 8,7A.

Segundo a secção 801.5.8 das RTIEBT, o qual prevê uma secção mínima de 2,5mm<sup>2</sup>, pela norma NP-918 (condutores isolados do tipo [XG/XZ1(frs,zh) (0,6/1KV)], verifica-se que a intensidade de corrente obtida é inferior à intensidade de corrente admissível do condutor de secção mínima, ou seja  $8,7 < 22 \text{ A}$ .

Portanto, utilizou-se condutores [XG/XZ1(frs,zh) (0,6/1KV)] 3G2,5mm<sup>2</sup>.

Tendo em atenção o disposto na tabela existente na secção 521 das RTIEBT, verifica-se que para condutores de secção nominal 2,5mm<sup>2</sup>, o diâmetro nominal do tubo a utilizar com 3 condutores é de 16mm<sup>2</sup>.

Desta forma o tubo a utilizar é o tubo VD16. Nas descidas às tomadas, toda a distribuição é feita em caminhos de cabo. É de referir também que a proteção contra sobreintensidades das canalizações será efetuada nos condutores de fase, por forma a respeitar a secção 801.5.5.1 das RTIEBT.

Em relação à proteção contra sobrecargas recorre-se à secção 433.2 das RTIEBT, que refere a intensidade limite de funcionamento ( $I_f$ ) não pode ser superior a 1,45 vezes a intensidade de corrente máxima admissível na canalização, ou seja,  $I_f \leq 1,45I_z$ .

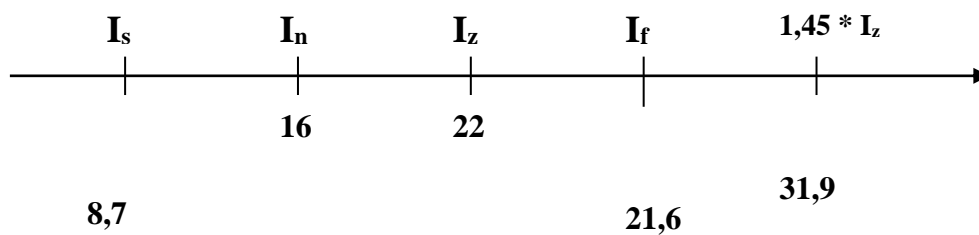
Posto isto:  $I_s = 8,7\text{A}$

Optou-se por um disjuntor de 16 A, para proteção de aparelhagem.

$$\begin{aligned} I_n &= 16 \text{ A} \Rightarrow I_f = 21,6 \text{ A (NP - 918)} \\ I_z &= 22 \text{ A} \\ I_s &\leq I_n \leq I_z \\ 8,7 &\leq 16 \leq 22 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned} 1,45 * I_z &= 1,45 * 22 = 31,9 \text{ A} \\ I_f &\leq 1,45 * I_z \\ I_f &= 21,6 \text{ A} \Leftrightarrow 21,6 \leq 31,9 \text{ A} \end{aligned} \tag{4}$$

Terá de se verificar a condição:



Resumindo, para este circuito utilizam-se então:

- ✓ Condutores: [XG/XZ1(frs,zh) (06/1kV)] 3G2,5mm<sup>2</sup> ;
- ✓ Tubos: VD16; nas descidas às tomadas;
- ✓ Proteção: Disjuntor unipolar  $I_n=16A$ .

Como se pode verificar pela Tabela 5, as escolhas efetuadas para o circuito (proteção e secção do condutor) cumprem com a legislação. (RTIEBT 2016)

Tabela 5: folha de *Excel* com o dimensionamento do circuito1 de tomadas

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO QEP1																						
Circuito			Equipamento	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ cabo	ICF (A)	1,15IZ/1,45IZ	Δu			
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	(A)			Uc (V)	%		
TOMADAS																						
QEP1	1	43	Sala Atividades	2000	1	0	2000	MONO	8.70	D	16	XG/XZ1 (frs.zh) (06/1KV)	2.5	2.5+2.5	Cam.Cabos	24	20.8	27.6	OK	5.09	2.21%	OK

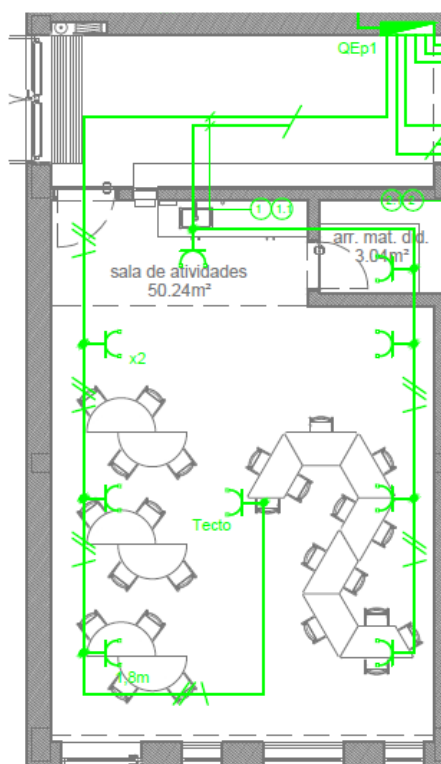


Figura 4: desenho do circuito 1 de tomadas

## 2.5. Iluminação normal

A escolha e distribuição das luminárias é definida pelo projetista e tem de obedecer ao DL17A/2016, no DPI [W/m<sup>2</sup>/100Lux], da norma europeia, EN12464-1:2002, que estabelece os requisitos de iluminação para áreas interiores.

Os pontos de luz, tipo aplique de parede, por razões estéticas e de segurança devem terminar em “caixas de aplique”.

Nos tetos falsos os ligadores de derivação deverão estar alojados em caixas que assegurem a sua proteção, de acordo com a classificação do local. Não é permitida a utilização de condutores do tipo de isolamento simples sem proteção mecânica sendo assim usados cabos XG/XZ1(frs,zh) (0,6/1kV) na iluminação em tetos falsos.

Nas casas de banho o aplique de parede por cima do espelho será, de acordo com a norma CEI 60364-7-701:

- De classe II de isolamento quando situados no volume acima de 60cm da banheira ou base de chuveiro → IP<sub>min</sub> X1.
- De classe II de isolamento e com proteção diferencial de 30mA quando estejam entre a banheira ou a base de chuveiro e a menos de 60cm desta → IP<sub>min</sub> X3.

No caso da iluminação exterior optou-se pela colocação de relógio a controlar os circuitos que vai permitir ter a iluminação exterior apenas ligada durante o horário pré-definido.

Existe ainda iluminação de segurança, que será do tipo B, será composta por blocos autónomos com as seguintes características:

Haverá letreiros de saída em todos os caminhos de evacuação para o exterior, constituídos por aparelhos de iluminação equipados com pelo menos uma lâmpada. Serão equipados com blocos autónomos com uma autonomia de uma hora. Os aparelhos de iluminação considerados serão indicados em lista anexa.

Existirá um dispositivo que coloca os aparelhos em modo de repouso, este será instalado no quadro elétrico, de acordo com as peças desenhadas.

De acordo com RTIEBT e as peças desenhadas, estes aparelhos de iluminação deverão ser ligados ao circuito de iluminação “Normal” da Zona.

### **2.5.1. Cálculo de circuito iluminação (circuito 2) exemplo**

Este circuito integra as seguintes divisões:

Sala de atividades (distância de todo o circuito até ao quadro é de 65m)

A potência instalada neste circuito é de 232VA.

$$I_s = \frac{S}{U} = \frac{468}{230} = 2,03 \quad (5)$$

Obteve-se uma corrente de serviço de 2,03A.

Segundo a secção 801.5.8 das RTIEBT, a secção mínima é de 1,5mm<sup>2</sup> para os circuitos de iluminação.

Pela norma NP-918 (condutores isolados do tipo [XG/XZ1(frs,zh) (0,6/1kV)]), verifica-se que a intensidade de corrente obtida é inferior à intensidade de corrente admissível do condutor de secção mínima, ou seja, 2,03A < 17A .

Tendo em atenção o disposto na tabela existente na secção 521 das RTIEBT, verificamos que para condutores de secção nominal 1,5mm<sup>2</sup>, o diâmetro nominal do tubo com 3 condutores a utilizar é de 16mm<sup>2</sup>.

Desta forma o tubo a utilizar é o VD16, nas descidas, sendo que a distribuição é feita em caminhos de cabos.

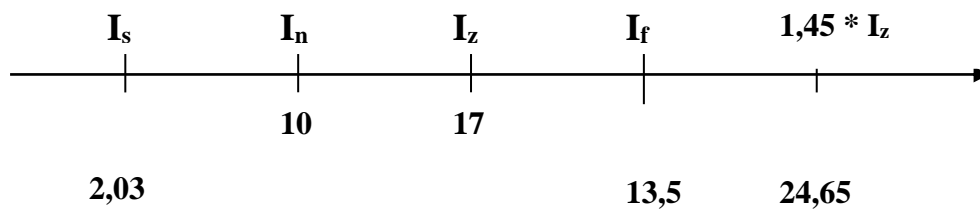
Com isto, escolhe-se um tubo capaz de albergar 3 condutores pelo fato de termos colocado fio terra em todos os pontos de luz.

É de referir e salientar, que em casos em que se verifique a presença de 5 ou mais condutores devido à utilização de comutadores de escada com inversor, devemos utilizar tubagem capaz de os suportar, para tal utilizaremos nesses casos tubo VD20.

Temos que:  $I_s = 2,03A$ , então opta-se por um disjuntor de 10A, para proteção de aparelhagem.

$$\begin{aligned}
 I_n &= 10 A \Rightarrow I_f = 13,5A \\
 I_z &= 17 A \\
 I_s &\leq I_n \leq I_z \\
 2,03 &\leq 10 \leq 17
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 1,45 * I_z &= 1,45 * 17 = 24,65 A \\
 I_f &\leq 1,45 * I_z \\
 I_f = 13,5 A &\Leftrightarrow 13,5 \leq 24,65 A
 \end{aligned}
 \tag{7}$$



Desta forma vamos utilizar:

- ✓ Condutores [XG/XZ1(frs,zh) (0,6/1kV)]3G1,5mm<sup>2</sup>
- ✓ Tubos VD16;
- ✓ Proteção: Disjuntor unipolar  $I_n=10A$ .

## 2.6. Dimensionamento em software do circuito de iluminação

Para dimensionar o circuito de iluminação interior utilizou-se equipamentos da marca Empresa de Equipamentos Elétrica, S.A (EEE) e o software WinElux.

A Figura 5 mostra o espaço e os índices de reflexão que cada parede terá. Mostra também a referência, o número, o tipo e o rendimento da luminária.

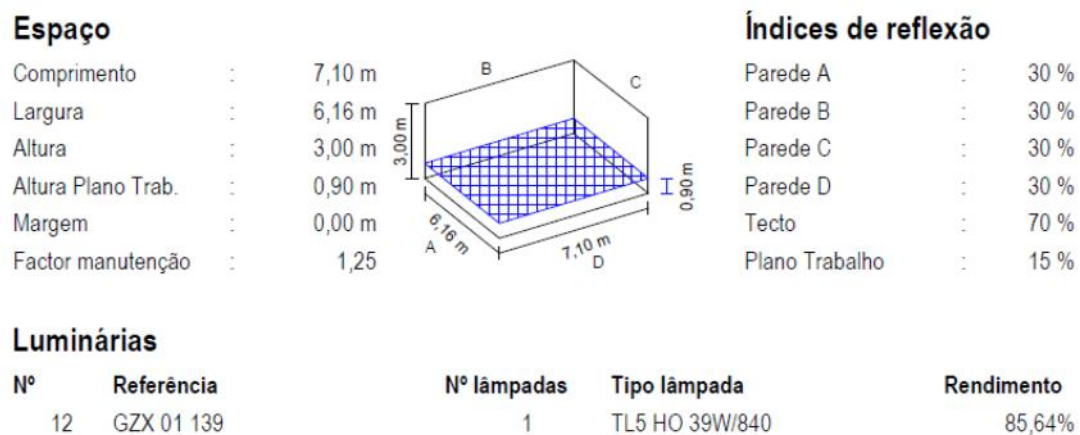
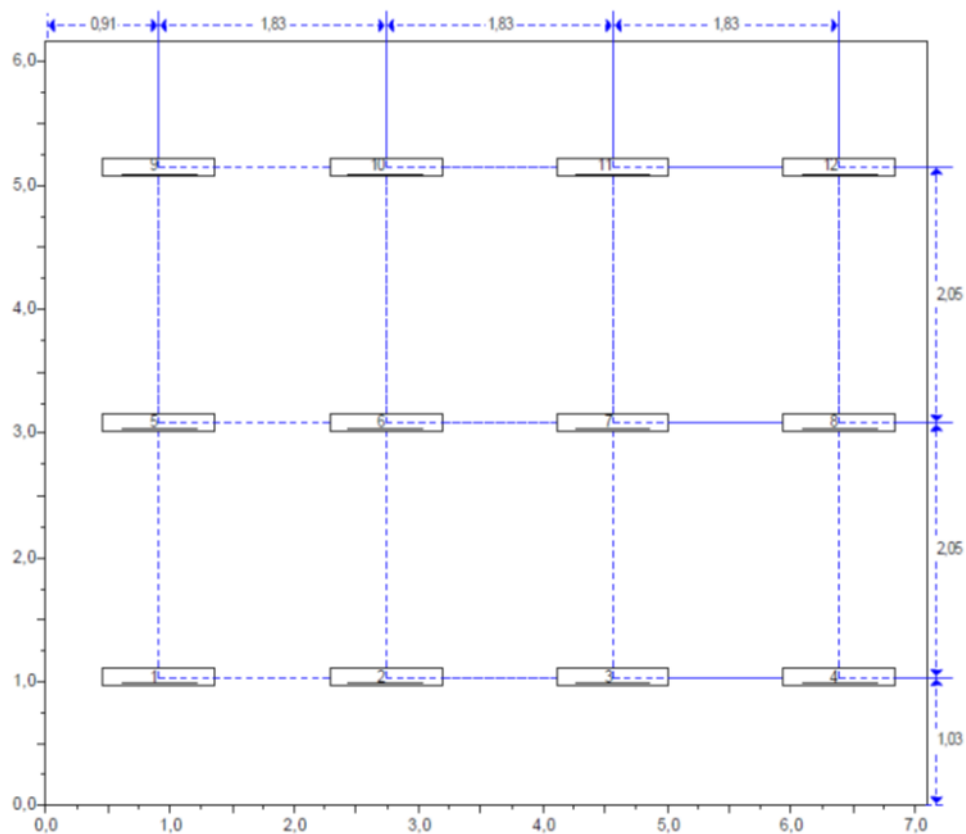


Figura 5: considerações para dimensionamento

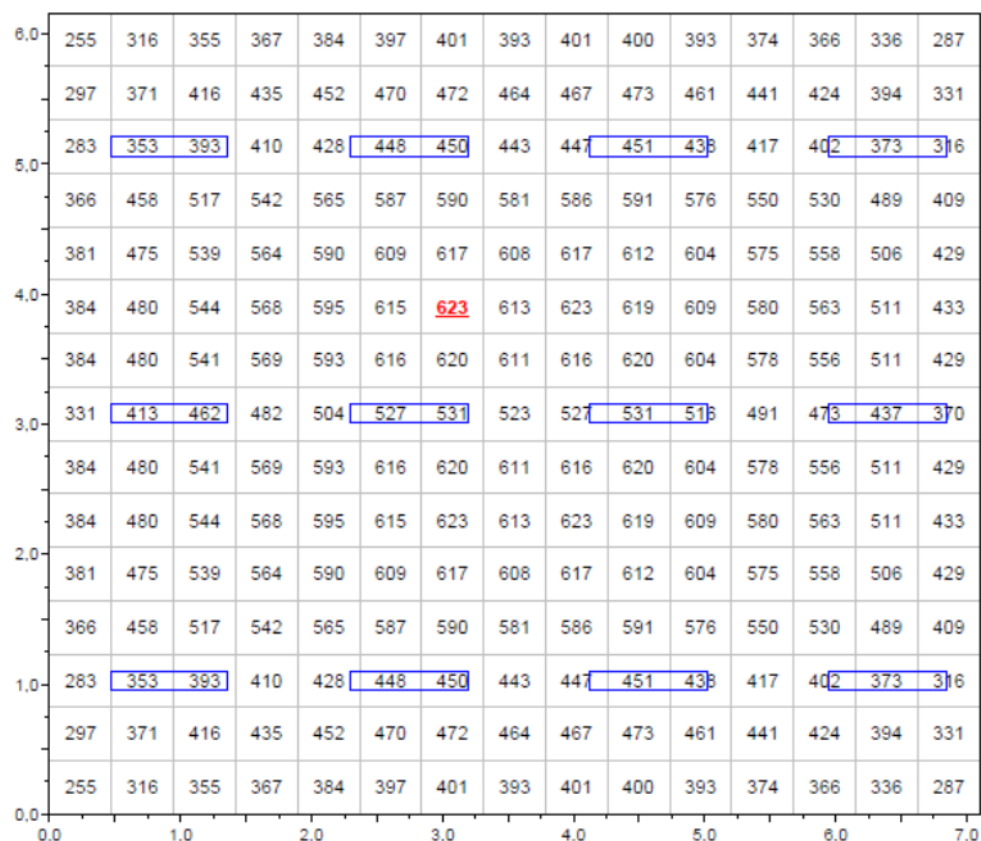


O software com base na informação da luminária escolhida, devolve a localização das mesmas bem como a distância entre elas, isto para que possam dar a máxima rentabilidade. A Figura 6 mostra a localização das luminárias.



**Figura 6: disposição das luminárias**

O *software* com base na informação da luminária, o *software* devolve a luminância que existirá na sala. A Figura 7 mostra isso.



Altura do plano de trabalho : 0,90 m

#### Iluminâncias:

Média : 483Lux  
 Mínima : 255Lux em x = 0,24 m y = 5,95 m  
 Máxima : 623Lux em x = 3,08 m y = 3,90 m

#### Uniformidades:

Mínima/Máxima : 1:2,45  
 Mínima/Média : 1:1,90

**Figura 7: iluminância no plano de trabalho**

Com o se pode verificar pela Tabela 6, as escolhas efetuadas para o circuito (proteção e secção do condutor) cumprem a legislação.

Tabela 6: folha de *Excel* com o dimensionamento do circuito2 de iluminação

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO Q.P.1																						
Circuito			Equipamento	P (activa)	P/S	Q	S	V	Is	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM		IZ cabo	ICF (A)	1,15IZ/1,45IZ	Δu		
Origem	Destino	L (m)		(W)		(VAR)	(VA)		(A)	Tipo	Calibre(A)	Tipo	Seccão F	Secção N+Pe	Tipo	D (mm)	(A)			Uc (V)	%	
ILUMINAÇÃO																						
QP1	I18	65	Sala Atividades	468	1	0	468	MONO	2.03	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (0,6/1kV)	1.5	1,5+1,5	Cam.Cabos		18	13	20,7	OK	3,00	1,30% OK

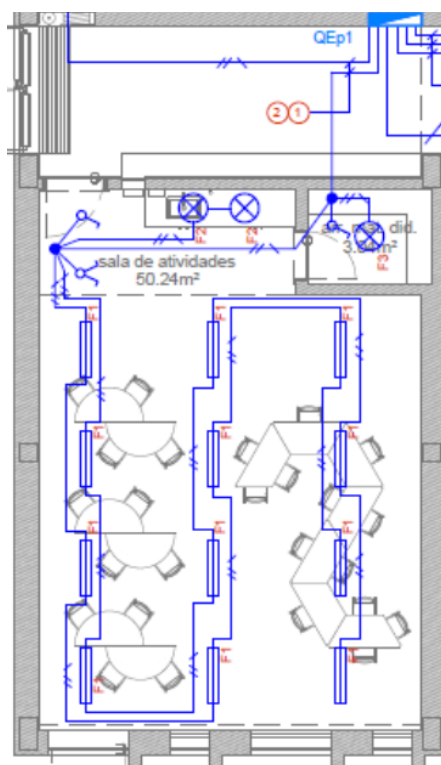


Figura 8: desenho do circuito 2 de iluminação

## **2.7. Características dos materiais**

Os materiais a instalar deverão conservar de forma durável as propriedades elétricas, mecânicas, físicas e químicas. Os materiais poderão estar submetidos a condições de funcionamento normal e condições de funcionamento anormais previstas. Os materiais não deverão ainda pelas suas características físicas e químicas, provocar nas instalações danos de qualquer natureza nem causar perturbações em instalações vizinhas.

Deverão ser respeitadas todas as características elétricas, classes de isolamento, índices de proteção IP e IK, calibre, secções e restantes características técnicas indicadas em cada capítulo em questão.

Todos os materiais a utilizar deverão obedecer aos requisitos dos respetivos regulamentos de segurança, RTIEBT, deverão ter marcação CE, obedecer às normas nacionais aplicáveis ou na sua falta às normas do Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica (CENELEC), CEI. Bem como para os locais com risco de explosão Cumprindo a Norma EN50018.

## 2.8. Condutores

Segundo o ANEXO II B das RTIEBT, os condutores devem ser definidos, de acordo com o seu emprego, segundo as seguintes características:

- (I) Isolamento;
- (F) Flexibilidade;
- (M) Resistência às ações mecânicas;
- (C) Resistência à corrosão;
- (B) Blindagem elétrica;
- (T) Temperatura ambiente.

Quanto à secção nominal mínima dos condutores nas instalações de utilização, de acordo com a secção 801.5.8 das RTIEBT, esta não deve ser inferior a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> em circuitos de tomadas e força motriz;
- 1,5 mm<sup>2</sup> em circuitos de iluminação, ou outros usos.

## 2.9. Canalizações Elétricas

No projeto em questão foram projetados dois tipos de canalizações, Tubo VD ou equivalente nas descidas aos equipamentos e caminhos e cabos nas distribuições.

Segundo a secção 521.1 das RTIEBT, as canalizações serão, em geral, ocultas, totalmente embebidas em paredes, tetos ou pavimentos, e protegidas por tubos ou condutas.

Quanto ao traçado das canalizações, de acordo com a secção 521 das RTIEBT, devem-se evitar os troços oblíquos e, de preferência, estabelecer traçados horizontais ou verticais.

O raio de curvatura de um tubo não deve ser inferior a seis vezes o seu diâmetro exterior. Quanto à colocação das canalizações segundo a secção 522.8.1.6 e 522.8.1.7 das RTIEBT, os tubos serão metidos (embebidos) em roços ou reentrâncias para que não sejam deteriorados quer na colocação, quer aquando da tapagem.

Quanto às dimensões mínimas, de acordo com a secção 803.4.5.1 das RTIEBT, os tubos deverão ter diâmetros que permitam o fácil enfiamento e desenfiamento dos condutores isolados ou cabos.

A secção 803.4.5.2 das RTIEBT define as dimensões mínimas dos tubos para enfiamento de condutores (canalizações embebidas), ver Tabela 7.

**Tabela 7: diâmetro nominal dos tubos VD, em função da secção e do número de condutores**

Secção Nominal dos Condutores (mm <sup>2</sup> )	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	N.º de condutores (*)				
	1	2	3	4	5
10	32	32	32	40	40
16	32	32	40	40	50
25	32	40	50	50	63
35	32	50	63	63	63
50	40	50	63	75	75
70	40	63	75	75	90
95	50	63	90	90	90
120	50	75	90	110	110
150	63	90	110	110	110
185	63	90	110	110	—
240	75	110	—	—	—
300	75	110	—	—	—
400	90	—	—	—	—
500	110	—	—	—	—






















Os caminhos de cabos previstos serão do tipo varão electrosoldado em galvanizado. Nos caminhos de cabos existirá ligação à terra de proteção.

Todos os acessórios a aplicar deverão ter tratamento anticorrosivo. Deverão também poder suportar uma carga não inferior a 30Kg/m.

Nos caminhos de cabos haverá ligação à terra entre troços dos caminhos de cabos. Todos os acessórios e materiais de fixação dos caminhos de cabos deverão possuir o mesmo tratamento anticorrosivo.

Em paralelo com este caminho de cabos será instalado um caminho de cabos para servir as Instalações ITED (Ver projeto de ITED).

**Tabela 8: cor dos condutores isolados e respetiva ordem sequencial**

Composição/ Número de condutores isolados	Código de cores actual				Novo código de cores (HD 308.S2)	
	Condutores rígidos		Condutores flexíveis		Condutores rígidos e flexíveis	
	C/cond.V/A	S/cond.V/A	C/cond.V/A	S/cond.V/A	C/cond.V/A	S/cond.V/A
2						
3						
4						
5						

## 2.10. Seleção das Proteções

Nas instalações de utilização deve-se garantir a proteção das pessoas contra choques elétricos. As proteções serão de dois tipos:

- Proteção contra contactos diretos: segundo as regras 412.1 e 412.2 das RTIEBT, proteger as pessoas das partes ativas da instalação através do seu isolamento. Esta proteção considera-se assegurada com o cumprimento das condições técnicas e de segurança estabelecidas no presente projeto ou da respetiva regulamentação nos casos em que o mesmo se revele omissos.

- Proteção contra contactos indirectos: segundo as regras 413.1 das RTIEBT, proteger as pessoas em situações em que as massas se encontram acidentalmente sobre tensão. Utilizar-se-á o sistema de proteção sensível à corrente diferencial-residual, constituído pela ligação das massas à terra e o emprego de aparelhos de corte-automático associados, de forma a não se manter em qualquer massa ou elemento condutor estranho à instalação, uma tensão de contacto superior a 50V.

Os aparelhos serão do tipo interruptor ou disjuntor diferencial sensíveis à corrente de defeito de 30mA ou 300mA conforme as peças desenhadas.

## 2.11. Quadros elétricos

Para facilitar o dimensionamento dos circuitos em cada quadro elétrico utilizou-se uma folha de *Excel*. Nessa tabela existe informação de onde começa o circuito, para onde vai o circuito, qual o seu comprimento e se é monofásico ou trifásico.

Também existe a informação de qual o tipo de proteção escolhida, o calibre dessa proteção, o tipo de cabo e a secção do mesmo, assim como o  $I_z$  do cabo.

Com esta informação procedesse para a validação da proteção escolhida e da secção com os respetivos métodos de referência.

Com base neste dimensionamento efetuaram-se os diversos esquemas que se apresentam na Figura 9 e na Figura 10.



Tabela 9: folha de *Excel* com o dimensionamento dos circuitos alimentados a partir do QE

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - (potência total)																									
Circuito			P (activa)	P/S	Q	S	V	Is	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ cabo	ICF (A)	1,15IZ/1,45IZ	Δu			Métodos Ref <sup>8</sup>		Factor Correção		
Origem	Destino	L (m)	(W)		(VAR)	(VA)		(A)	Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	(A)			Uc (V)	%		Met. Ref <sup>8</sup>	Tabela	Quadro	Valor	
Q.E.	QEP1	29	18,563.20	1	0	18563	TRIF	26.79	D	32	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	54	41.6	62.1	OK	3.81	0.95%	OK	E	52 - C11	52-E4	0.79
Q.E.	QEP2	38	9,327.20	1	0	9327	TRIF	13.46	D	20	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	54	26	62.1	OK	2.51	0.63%	OK	E	52 - C11	52-E4	0.79
Q.E.	QEP3	75	36,385.60	1	0	36386	TRIF	52.52	D	63	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	25	16+16	Cam. Cabos	149	81.9	171.35	OK	4.64	1.16%	OK	E	52 - C11	52-E4	0.79
Q.E.	QEP0	33	3,652.80	1	0	3653	TRIF	5.27	D	20	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	54	26	62.1	OK	0.85	0.21%	OK	E	52 - C11	52-E4	0.79
Q.E.	QEP4	120	2,540.80	1	0	2541	TRIF	3.67	D	20	XV-R (06/1KV)	16	16+16	Enterrado	96	26	110.4	OK	0.81	0.20%	OK	D	52 - C30	52 - C30	0.8
Q.E.	QGAVAC	20	46,225.92	1	0	46226	TRIF	66.72	D	80	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	35	16+16	Cam. Cabos	185	104	212.75	OK	1.12	0.28%	OK	E	52 - C11	52-E4	0.79
Q.E.	QSEG	10	3,265.00	1	0	3265	TRIF	4.71	D	40	SZ1(AS+) -R	10	10+10	Cam. Cabos	86	52	98.9	OK	0.14	0.03%	OK	E	53 - C11	52-E4	0.79
	QE		42,446.00																						
	Total		162,406.52																						
Contad.	QE	110	146,165.87	1	0	146166	TRIF	210.97	D	250	XV(0,6-1kV)	240	2(120+120)	Enterrado	424	325	487.6	OK	2.85	0.71%	OK	D	52 - C30	52-C30	0.8

P TOTAL

162,407

W

Q TOTAL

0

VAR

S TOTAL

162,407

VA

FACTOR SIMULT.

0.9

ICC BARRAMENTO

10

KA

S TOT. CORRIGIDO

146,165.87

VA



Figura 9: parte do diagrama de quadros

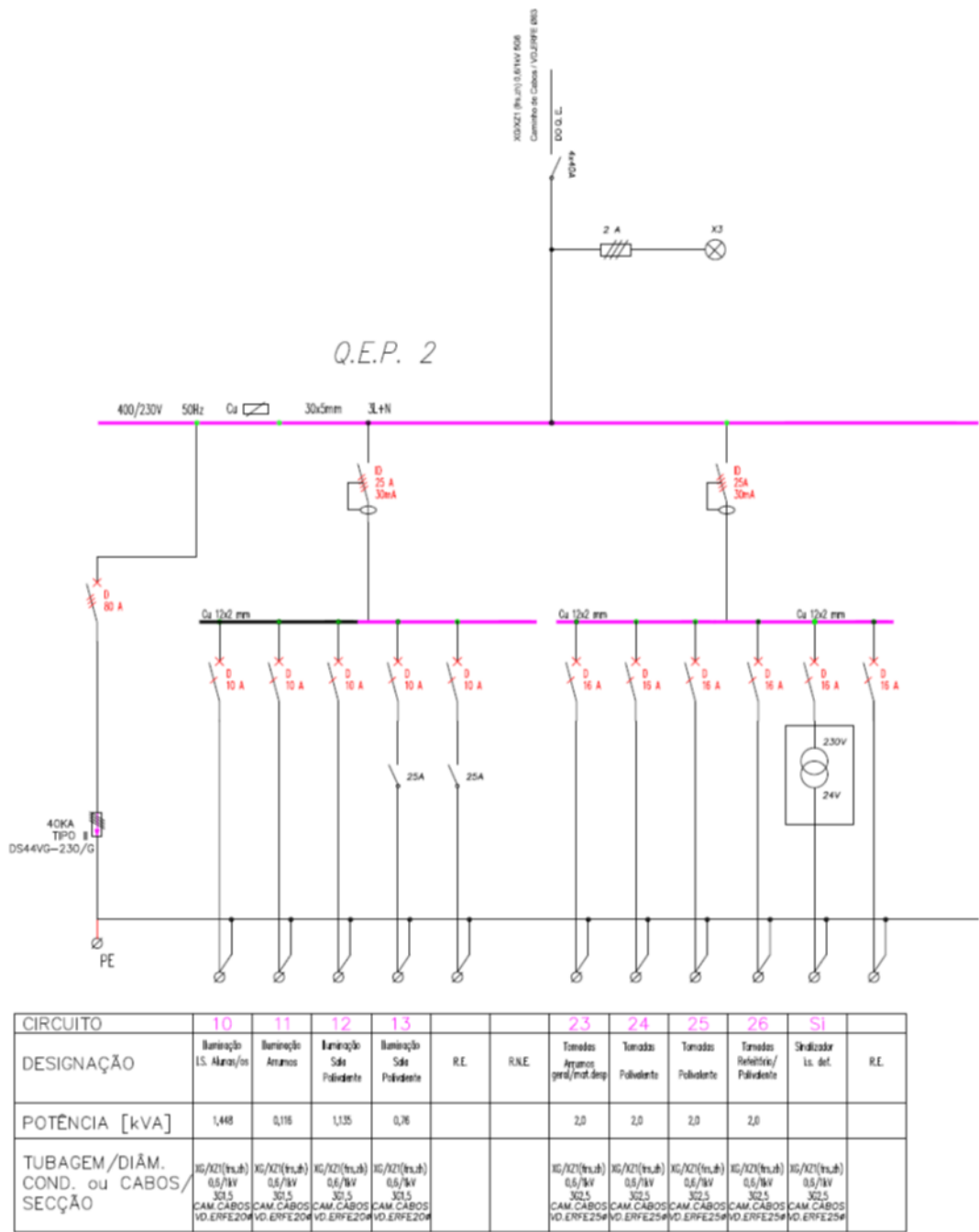


Figura 10: esquema elétrico do quadro elétrico parcial 2

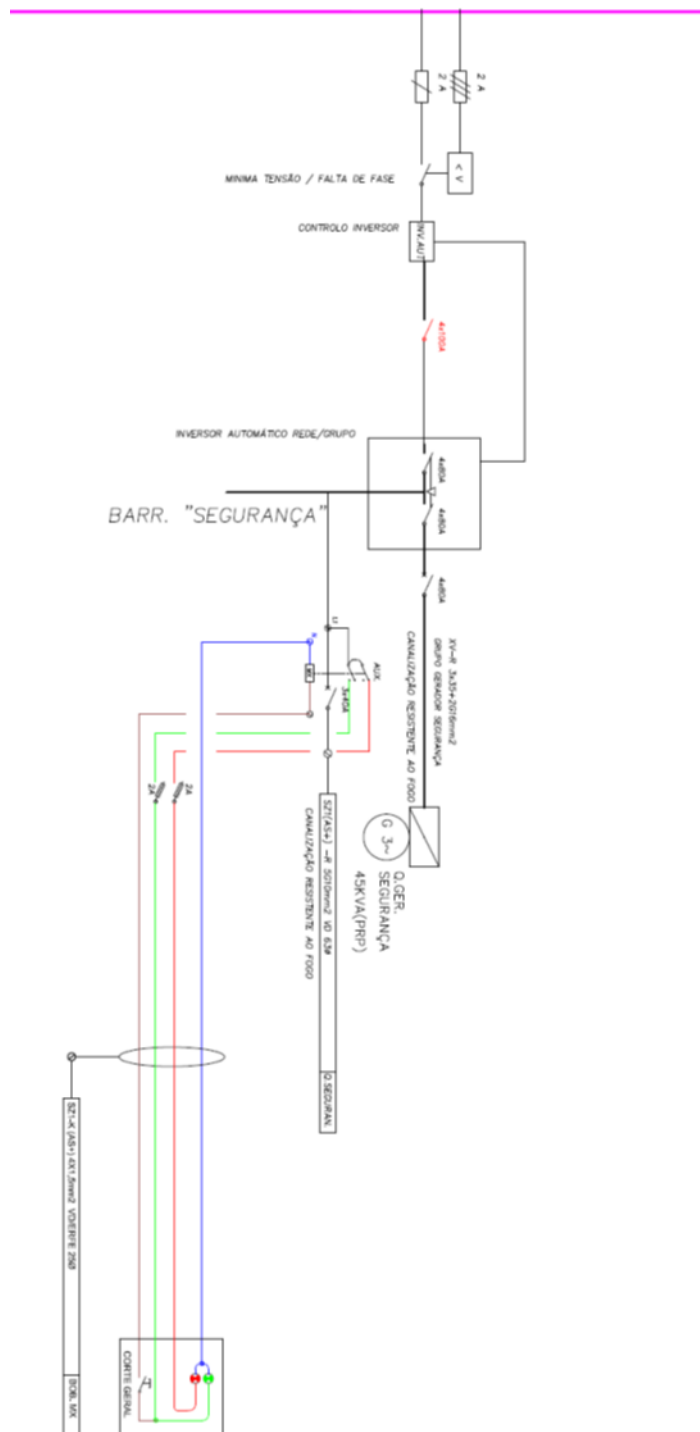
## 2.12. Gerador

Foi prevista a colocação de um gerador para alimentação do quadro de segurança que por sua vez alimenta os dois quadros de desenfumagem e os sistemas de bombagem para os sistemas SCIE.

O mesmo será da marca *Perkins* com 45kVA modelo 1103A-33TG1 ou equivalente e terá de estar equipado, na parte elétrica com:

- Painel elétrico de controlo, aparelhos de medição e central de controlo de acordo com as necessidades;
- Carregador de baterias;
- Botoneira de paragem de emergência.

A instalação do gerador será efetuada em local próprio, ventilado naturalmente, a porta será do género da apresentada nos desenhos (apenas em anexo, formato digital).



**Figura 11: esquema elétrico de ligação do gerador**

**Nota:** Projeto completo em anexo I, formato digital.

## CAPÍTULO 3

### Subunidade 12 – Serviços de engenharia

**Resumo:** Neste capítulo efetua-se a descrição dos trabalhos desenvolvidos na área dos Serviços de Engenharia. Também se explica as diferenças entre uma certificação e uma auditoria energética.

Neste capítulo é apresentado um caso prático desenvolvido ao longo do estágio que se encontra na totalidade em formato digital.



## **1. Introdução**

---

A subunidade 12 – Serviços de Engenharia pretende conhecer onde, quando e como é utilizada a energia, qual a eficiência da sua utilização e onde existem desperdícios de energia.

Pretende-se caracterizar os consumos energéticos e identificar possíveis reduções e preparar informação para a elaboração de planos de redução e otimização dos consumos energéticos.

### **1.1. Normas e Regulamentação**

Nesta área de atividade existe vária legislação que que regulamenta a certificação energética assim como as auditorias. A tabela seguinte (Tabela 10), apresenta um resumo dessa legislação.



**Tabela 10: tabela resumo da legislação em vigor**

<b>Nome do documento</b>	<b>Última Alteração</b>	<b>Fonte de informação</b>	<b>Observações</b>
Decreto -Lei n.º 71/2008	SGCIE (Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia)	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 319/2009	SGCIE (transcreve Diretiva n.º 2006/32/CE)	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 89/2008	SGCIE (especificações técnicas aplicáveis ao propano, butano, GPL auto, gasolinas, petróleos, gasóleos rodoviários, gasóleo colorido e marcado, gasóleo de aquecimento e fuelóleos)	Diário da República	Legislação
Lei n.º 7/2013	SGCIE (alterações ao Decreto -Lei n.º 71/2008)	Diário da República	Legislação
Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008	SGCIE (Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética — Portugal Eficiência 2015)	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 519/2008	SGCIE (modelo requerimento como Auditor)	Diário da República	Legislação
Despacho n.º 17313/2008	SGCIE (poderes caloríficos)	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto	SCE   REH   RECS	Diário da República	Legislação
Decreto-Lei n.º 28/2016	SCE   REH   (alterações ao 118/2013)	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 349-A/2013	SCE (Competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética nos Edifícios)	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 349-B/2013	SCE (Metodologia Determinação da Classe)	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 349-C/2013	SCE (Procedimentos de Licenciamento)	Diário da República	Legislação
Portaria n.º 349-D/2013	SCE (Requisitos de conceção para edifícios novos e intervenções)	Diário da República	Legislação
Despacho n.º 8892/2015	SCE (Classificação para ascensores)	Diário da República	Legislação

Despacho n.º 14985/2015	SCE (Metodologia de cálculo da contribuição da energia renovável obtida a partir de bombas de calor)	Diário da República	Legislação
Despacho nº 6470/2016	SCE (Planos de Racionalização Energética)	Diário da República	Legislação
Lei n.º 58/2013	SCE (Requisitos de acesso e de exercício da atividade de PQ)	Diário da República	Legislação
Despacho nº 6469/2016	SCE (Modelos de PCE e CE)	Diário da República	Legislação
Decreto-lei 68-A/2015	Diretiva da Eficiência Energética	Diário da República	Legislação

## 1.2. Certificação energética

O Certificado de Desempenho Energético (CDE) é obrigatório. Este é um documento que avalia a eficácia energética de um imóvel numa escala de A+ (muito eficiente) a F (pouco eficiente), emitido por técnicos autorizados pela Agência para a Energia (ADENE). Este documento contém informação sobre as características de consumo energético relativas ao edifício, também indica medidas de melhoria para reduzir o consumo, como a instalação de vidros duplos ou o reforço do isolamento, ou máquinas de climatização mais eficientes, entre outras.

Este documento tem de ser apresentado aquando a celebração do contrato de compra/venda, locação financeira ou arrendamento, atestando a informação divulgada de início sobre a classe energética a que o imóvel pertence e tem como finalidade:

- Para os edifícios residenciais Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), informar os proprietários, compradores e arrendatários sobre a eficiência energética e os consumos de energia esperados numa utilização normal do edifício, bem como das medidas de melhoria de desempenho, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para reduzir as suas despesas energéticas;
- Para os edifícios de serviços Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), para além de informar sobre o

desempenho energético do edifício os proprietários, compradores e arrendatários, existem medidas de melhorias propostas para tornar o edifício mais eficiente e com menor consumo de energia. [ADENE]

### **1.3. Auditorias energéticas**

Uma auditoria energética (AE) é uma análise realizada por técnicos especializados, que, suportando-se em instrumentação, ferramentas de análise e *know-how*, permitirá conhecer as condições de utilização de energia na instalação, com vista à identificação de oportunidades de racionalização energética e consequente redução da fatura energética.

As AE podem ser impostas legalmente, DL 68-A/2015, para empresas não Pequenas e Médias Empresas (PME), ou DL 71/2008 onde está publicado o Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

A execução de uma AE, consiste numa “radiografia” ao conjunto das instalações e equipamentos consumidores de energia, de modo a estabelecer os fluxos das energias úteis e dos desperdícios.

Todo este conjunto de fatores, serve para determinar as soluções mais adequadas para diminuir os desperdícios e custos associados ao consumo de energia. As AE pretendem assim conhecer onde, quando e como é utilizada a energia, bem como saber qual é a eficiência da sua utilização e onde existem desperdícios de energia.

#### **1.3.1. Objetivos da realização de uma AE**

Basicamente a realização de uma AE tem os seguintes objetivos:

- ✓ Analisar as características e o estado da envolvente do edifício para saber qual o seu desempenho térmico;
- ✓ Quantificar os consumos e custos por forma de energia;
- ✓ Efetuar o levantamento e caracterização dos principais sistemas energéticos da instalação;
- ✓ Analisar as faturas de energia elétrica e determinar a melhor opção tarifária;

- ✓ Monitorizar continuamente os principais consumidores de energia para a caracterização energética do edifício;
- ✓ Determinar os consumos específicos de energia por utilização (aquecimento, arrefecimento e outros);
- ✓ Determinar indicadores de eficiência energética;
- ✓ Identificar situações de desperdício de energia;
- ✓ Avaliar as principais oportunidades de redução de consumos e quantificar as economias resultantes das respetivas medidas de racionalização;
- ✓ Propor medidas corretivas e/ou a implementação de sistemas organizados de gestão de energia e de controlo e monitorização das instalações ou equipamentos e analisar técnica e economicamente as soluções apresentadas.

### **1.3.2. Benefícios da realização de uma AE**

Com a realização de uma AE a uma empresa ou organização, esta obtém um conhecimento objetivo sobre a utilização da energia e terá diversas vantagens, tais como as seguintes:

- ✓ A diminuição da fatura de energia elétrica;
- ✓ A otimização da utilização de energia, reduzindo assim os desperdícios de energia existentes;
- ✓ A redução dos consumos energéticos;
- ✓ A contribuição para um desenvolvimento sustentável;
- ✓ Um aumento do conforto nas instalações e consequente crescimento da produtividade da empresa.

Um edifício ou organização para atingir uma melhor eficiência energética deve ser alvo de uma auditoria energética (AE), simples ou complexa, consoante se pretenda uma análise mais ou menos detalhada. As AE permitem otimizar a utilização de energia diminuindo os desperdícios existentes, conduzindo a uma redução dos consumos energéticos e a uma diminuição da fatura de energia elétrica.

A execução de uma AE envolve a realização de uma metodologia que tem por base quatro etapas distintas, nomeadamente:

- planeamento
- trabalho de campo
- tratamento da informação recolhida
- elaboração do relatório

## 2. Auditoria Energética

A metodologia utilizada foi baseada nos princípios e doutrinas aplicadas neste tipo de intervenções – Auditoria Energética em Edifícios. O fluxograma (Figura 12) que se segue, resume a metodologia anteriormente referida

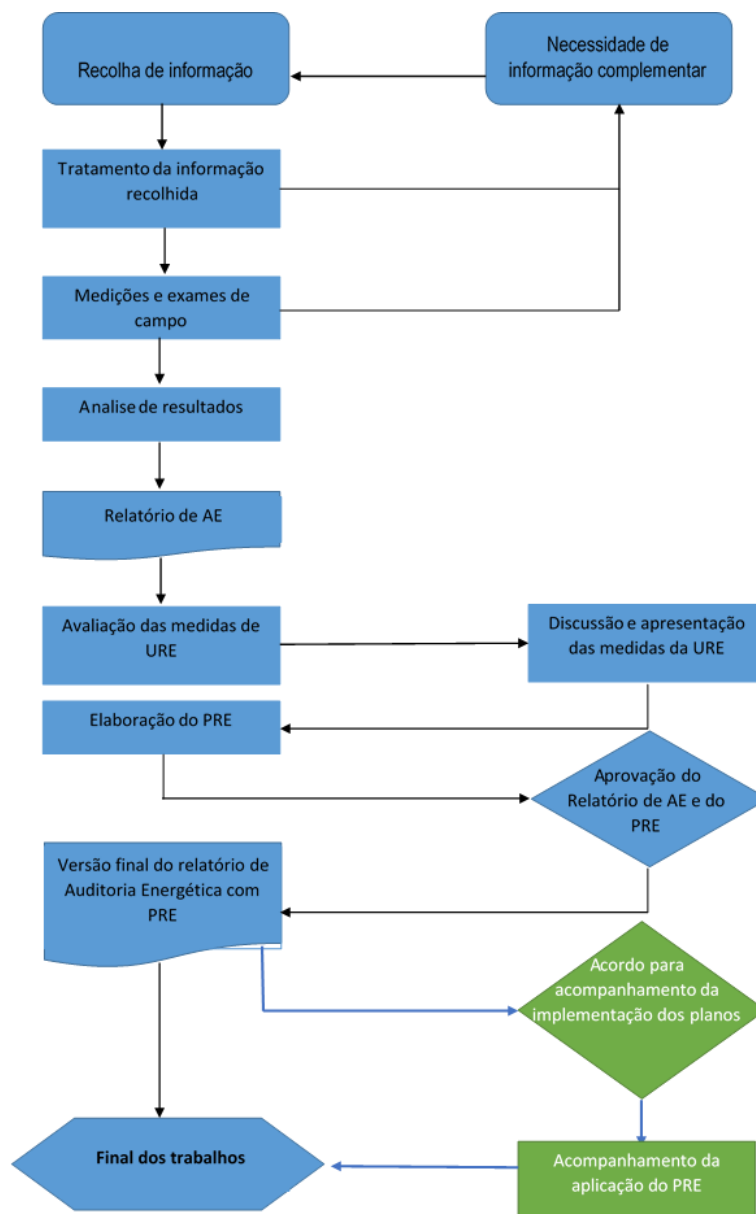
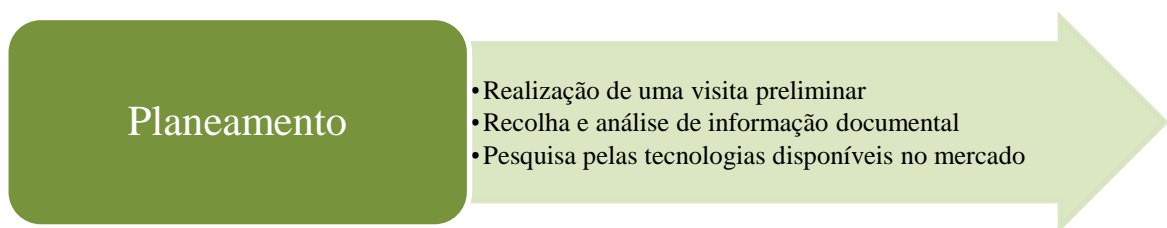


Figura 12: metodologia de trabalho (a verde, serviço não contratualizado) (Fonte Lipronerg)

## 2.1. Planeamento

A fase de planeamento, vulgarmente designada por preparação da auditoria, tem como principal objetivo a criação das condições necessárias para se garantir uma atuação de campo organizada e eficiente.

As principais tarefas a efetuar estão enumeradas na Figura 13 e descritas posteriormente.



**Figura 13: principais tarefas do planeamento (Fonte Lipronerg)**

A realização de uma visita preliminar permite um primeiro contacto com a instalação devendo ser feita uma primeira análise com base nos principais sistemas energéticos da instalação bem como uma primeira avaliação aos elementos que deverão ser alvo de medições para que seja levado o material necessário para a realização da auditoria.

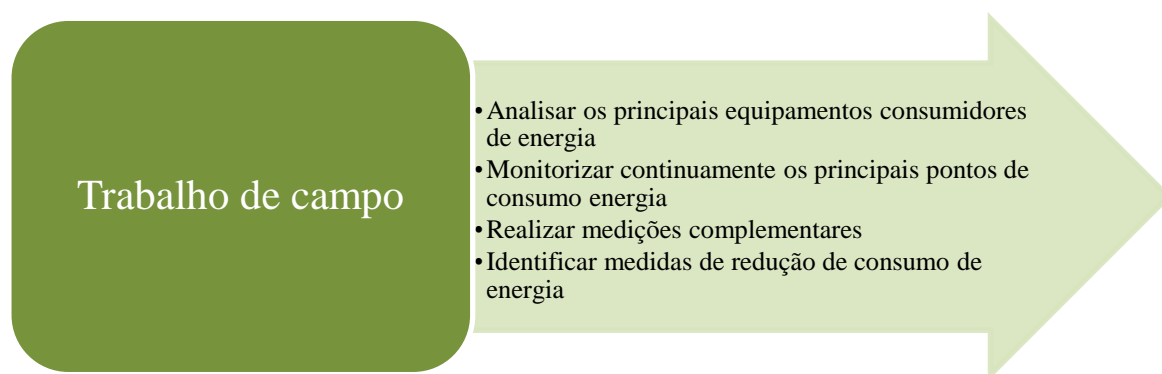
Em seguida, deve ser feita a recolha de dados correspondentes aos registos históricos dos últimos anos de atividade, nomeadamente dados relativos a faturas de energia elétrica de modo a permitir a obtenção de um conjunto de informação relevante para posterior tratamento e consequente produção de indicadores de referência.

A recolha inicial de dados que deve conter ainda informação relativa à organização funcional, às características construtivas dos edifícios e aos seus principais consumidores constituirá um complemento ao inquérito normalmente enviado à empresa ou organização para preenchimento.

Por fim, e não menos importante, deverá efetuar-se um levantamento das tecnologias mais eficientes disponíveis no mercado, de modo a poder estabelecer comparações entre estas tecnologias e as que estão instaladas no edifício a auditar.

## 2.2. Trabalho de Campo

O trabalho de campo, também conhecido como a intervenção no local da instalação a auditar, consiste na realização de uma “radiografia” ao edifício, em que são analisadas as condições de utilização da energia na instalação, que deverá incidir, essencialmente, sobre as tarefas enumeradas na Figura 14 e que são descritas posteriormente.



**Figura 14: principais tarefas do trabalho de campo (Fonte Lipronerg)**

Durante a intervenção no local a equipa de auditoria deverá proceder à análise dos principais equipamentos consumidores de energia, bem como à verificação do estado das instalações de distribuição de energia. Isto para que as principais carências ao nível da manutenção e segurança possam ser identificadas de imediato.

Será necessário confirmar a existência e o bom funcionamento do equipamento de controlo e regulação das instalações, com especial destaque para as de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

As medições complementares são monitorizadas de forma contínua dos principais pontos de consumo de energia elétrica, isto para permitir a obtenção dos respetivos diagramas de carga. As medições de temperaturas e de iluminância, estas auxiliam para completar a informação sobre os diversos sistemas e verificar o seu correto funcionamento.

Antes de se identificar e quantificar as principais medidas de racionalização de consumo de energia, deve ainda ser feita a caracterização dos equipamentos consumidores de



energia elétrica mais importantes ao nível do seu regime de funcionamento. Deste modo, fica-se a saber o fator de potência de cada equipamento, dos principais aspetos da envolvente do edifício, bem como uma análise às condições de desempenho térmico da envolvente através da termografia.

Para a realização do trabalho de campo é necessária a utilização de diversos equipamentos, nomeadamente ao nível da segurança e da medição.

Os principais equipamentos a utilizar numa AE a edifícios são os seguintes:

- ✓ Analisador de energia
- ✓ Termómetro de infravermelhos
- ✓ Pinça amperimétrica
- ✓ Luxímetro
- ✓ Câmara termográfica
- ✓ Distanciómetro
- ✓ Luvas de proteção

Em seguida é apresentada uma imagem de cada equipamento, para se ter uma melhor perceção, assim como uma breve descrição.

O analisador de rede faz mede a potência, a intensidade de corrente., a tensão e frequência e mede também o fator de potência.



**Figura 15: analisador de rede Panasonic**

O termómetro de infravermelhos, como o próprio nome indica, mede a temperatura por infravermelhos. Também mede a temperatura de objetos em movimento.



**Figura 16: termómetro de infravermelhos**

A pinça amperimétrica mede corrente, tensão e resistência. Mede também a continuidade (teste de resistência de aprovação/falha rápida que distingue entre um circuito fechado ou aberto).



**Figura 17: pinça amperimétrica**

O luxímetro mede a intensidade da luz, ou seja, a iluminância.



**Figura 18: luxímetro**

A câmara termográfica mede as diferenças de temperatura, o que significa que pode identificar se os equipamentos em análise estão danificados, por exemplo um sobreaquecimento.



**Figura 19: câmara termográfica**

O distanciômetro é muito útil, visto que mede distância num instante com uma simples operação em um só botão. A visualização é fácil, visto este equipamento possuir um laser. Para além destas funcionalidades este equipamento faz também o cálculo da área e volume.



**Figura 20: distanciômetro**

As luvas de proteção é o equipamento mais importante de todos os outros, possui a “simples” funcionalidade de proteger o utilizador para que este, não sofra nenhum dano ao instalar/manusear o quadro elétrico.



**Figura 21: luvas de proteção**

### **2.3. Tratamento da informação recolhida**

Após o trabalho de campo, toda a informação recolhida ao longo das duas primeiras fases, deve ser organizada, para que se possa começar com o tratamento de informação.

O tratamento de toda a informação recolhida, deverá ser direccionado no sentido de produzir um conjunto de indicadores e de outros resultados, de natureza qualitativa, de modo a permitir que a avaliação do desempenho energético da instalação seja efetuada de forma rigorosa.

Essencialmente, o contexto de indicadores e resultados pode ser constituído pelos seguintes elementos:

- ✓ Consumos e custos globais por tipo de equipamento consumidor de energia;
- ✓ Rendimentos energéticos dos principais equipamentos consumidores e produtores de energia;
- ✓ Intensidades energéticas;
- ✓ Soluções tecnológicas a serem implementadas com o objetivo de produzirem acréscimos na eficiência energética do sistema (ORCE);
- ✓ Análise técnica e económica da viabilidade das soluções tecnológicas encontradas (ORCE);
- ✓ Soluções organizacionais para implementar um sistema de gestão de energia, caso não exista.

### 2.3.1. Consumos e custos globais de energia

Para se perceber o consumo de energia do edifício, realizou-se uma análise às faturas de energia.

A Tabela 11 mostra o levantamento efetuado às faturas de energia elétrica, (foi também efetuada esta análise para o gásóleo)

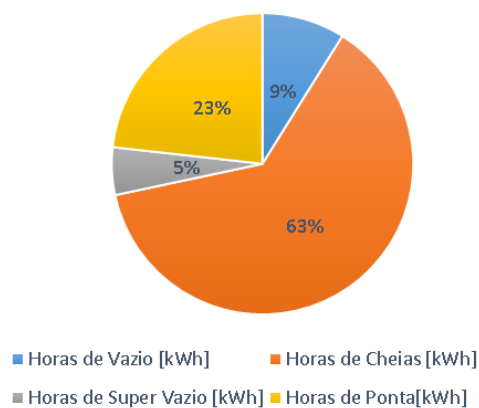
**Tabela 11: folha de Excel para “tratamento” das faturas.**

Mês	ENERGIA ACTIVA + redes														Redes Potência				BIBLIOTECTIVA					Impostos					TOTAL										
	Horas Vazio Normal (HVN)			Horas Super Vazio (HSV)			Horas de Ponta (HP)			Horas Cheias (HC)			TOTAL		Potência Contratada		Potência Horas de Ponta		Consumida Fora de Vazio - Escalão I		Fornecida no Vazio		TOTAL		Energia Activa + Potência		Imposto Sobre o Consumo Electricidade			Taxa DEEG		Contribuição do Audio visual		IVA - 23%		IVA - 6%		TOTAL TAXAS E IMPOSTOS	
	Consumo HVN - (kW h)	Custo unitário HVN (€+IVA)	Custo HVN - (€)	Consumo HSV - (kW h)	Custo unitário HSV (€+IVA)	Custo HSV - (€)	Consumo HP - (kW h)	Custo unitário HP (€+IVA)	Custo HP - (€)	Consumo HC - (kW h)	Custo unitário HC (€+IVA)	Custo HC - (€)	Consumo Total - (kW h)	Custo Energia Activa (energia + redes)	Potência - (kVA)	Custo Potência Contratada	Potência - (kW)	Custo Potência Horas de Ponta	Potência - (kVA-h)	Custo	Potência - (kVA-h)	Custo	Consumo - (kW h)	Energia Reactiva	Energia Activa + Potência	Custo	Custo	Custo		Custo	Custo	Custo	Taxas e impostos	Custo - (€)					
Dez/Jan	339	0,0858 €	31,40 €	212	0,0810 €	16,91 €	1671	0,1411 €	103,67 €	4224	0,1279 €	54,77 €	6146	746,45 €	54,00	60,84 €	11,06	210,86 €			310,00	7,14 €	310,00	7,14 €	1,016,15 €	8,15 €	0,35 €	2,65 €	237,31 €	0,16 €			246,82 €	1,271,91 €					
Jan/Fev	372	0,0858 €	35,84 €	231	0,0810 €	18,78 €	1646	0,1411 €	260,47 €	5646	0,1279 €	722,12 €	6095	1,007,01 €	54,00	59,93 €	14,89	292,37 €			239,00	7,12 €	239,00	7,12 €	1,359,31 €	8,10 €	0,35 €	2,65 €	316,22 €	0,16 €			327,43 €	1,693,91 €					
Fev/Mar	301	0,0858 €	28,84 €	197	0,0810 €	16,02 €	1113	0,1411 €	157,04 €	3232	0,1279 €	415,93 €	4063	617,83 €	54,00	54,13 €	9,94	150,10 €			245,00	5,86 €	245,00	5,86 €	830,16 €	4,86 €	0,35 €	2,65 €	193,49 €	0,16 €			201,50 €	1,007,52 €					
Mar/Abr	328	0,0858 €	31,42 €	202	0,0810 €	16,40 €	942	0,1411 €	132,92 €	2422	0,1279 €	309,77 €	3894	490,54 €	54,00	59,93 €	7,6	133,92 €			269,00	6,43 €	269,00	6,43 €	694,39 €	3,89 €	0,35 €	2,65 €	159,86 €	0,16 €			166,92 €	857,73 €					
Abr/Ma	315	0,0858 €	30,16 €	196	0,0810 €	15,93 €	956	0,1411 €	134,88 €	2129	0,1279 €	272,30 €	3586	453,30 €	54,00	58,00 €	7,97	135,90 €	24	0,25 €	258,00	6,12 €	260,00	6,37 €	647,20 €	3,60 €	0,35 €	2,65 €	151,23 €	0,16 €			157,98 €	811,58 €					
Ma/Jun	306	0,0858 €	29,31 €	200	0,0810 €	16,26 €	584	0,1411 €	82,40 €	1379	0,1279 €	176,37 €	2469	304,35 €	54,00	59,93 €	4,71	82,99 €	23	0,24 €	317,00	7,59 €	340,00	7,82 €	447,27 €	2,47 €	0,35 €	2,65 €	105,32 €	0,16 €			110,95 €	568,04 €					
Jun/Jul	280	0,0858 €	26,82 €	163	0,0810 €	14,80 €	557	0,1411 €	78,59 €	1663	0,1279 €	174,33 €	2363	294,82 €	54,00	58,00 €	4,64	79,12 €	51	0,53 €	325,00	7,77 €	376,00	8,38 €	431,74 €	2,38 €	0,35 €	2,65 €	101,84 €	0,16 €			107,38 €	547,42 €					
Jul/Ago	278	0,0858 €	26,83 €	168	0,0810 €	15,23 €	386	0,1411 €	54,46 €	923	0,1279 €	118,05 €	1775	214,43 €	54,00	59,93 €	3,11	54,80 €			290,00	6,93 €	290,00	6,93 €	329,16 €	1,78 €	0,35 €	2,65 €	77,79 €	0,16 €			82,72 €	418,92 €					
Ago/Set	275	0,0858 €	26,35 €	185	0,0810 €	15,04 €	418	0,1411 €	59,99 €	999	0,1279 €	127,77 €	1877	233,14 €	54,00	59,93 €	3,37	59,38 €			284,00	6,79 €	284,00	6,79 €	347,45 €	1,88 €	0,35 €	2,65 €	81,99 €	0,16 €			87,02 €	441,26 €					
Set/Oct	392	0,0858 €	37,55 €	190	0,0810 €	15,45 €	916	0,1411 €	86,92 €	1502	0,1279 €	192,11 €	2700	332,02 €	54,00	58,00 €	5,13	87,49 €	149	1,53 €	243,00	5,81 €	392,00	7,34 €	477,50 €	2,70 €	0,35 €	2,65 €	112,22 €	0,16 €			118,07 €	602,92 €					
Oct/Nov	499	0,0858 €	47,80 €	204	0,0810 €	16,59 €	920	0,1411 €	129,81 €	2404	0,1279 €	307,47 €	4027	501,67 €	54,00	59,93 €	7,42	130,74 €			235,00	5,82 €	235,00	5,82 €	692,34 €	4,03 €	0,35 €	2,65 €	161,54 €	0,16 €			169,72 €	666,69 €					
Nov/Dez	566	0,0858 €	54,22 €	247	0,0810 €	20,08 €	1990	0,1411 €	196,10 €	3735	0,1279 €	477,71 €	5938	749,14 €	54,00	58,00 €	11,5	197,46 €			295,00	7,05 €	295,00	7,05 €	1,003,60 €	5,94 €	0,35 €	2,65 €	233,90 €	0,16 €			243,99 €	1,253,64 €					
Total	429	0,10 €	409,17 €	2435,00	0,08 €	197,34 €	1039	0,14 €	1558,29 €	29970	0,13 €	3830,71 €	47793,00	5,968,51 €		708,55 €	91,04	1593,22 €					3,614,00	82,77 €	8,269,28 €	47,76			1932,69 €				2,046,38 €	10,389,41 €					

A Figura 22 permite identificar qual a parcela de consumos correspondente aos vários períodos horários.

Desta forma é possível cruzar o consumo anual com os respetivos períodos horários, verificando assim, que o maior consumo ocorre nas Horas de Cheias (63% do consumo, correspondente a 29.978kWh/ano, em seguida surgem as Horas de Ponta (23% do consumo, correspondente a 11.099kWh/ano, seguido das Horas de Vazio (9% correspondente a 4.251kWh/ano e por fim as horas de Super Vazio (5% correspondente a 2.435kWh/ano.

Distribuição dos consumos por períodos horários



**Figura 22: gráfico de desagregação horária**



Na Figura 23 estão representados os consumos mensais de energia elétrica referentes ao ano de 2014/2015.

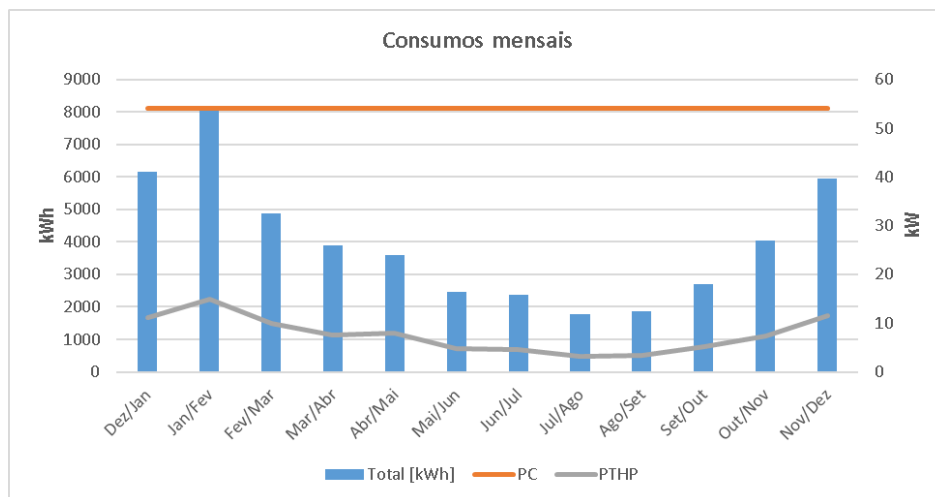


Figura 23: gráfico de desagregação horária

### 2.3.2. Encargos

$$Total[€] = Energia Ativa_{(energia+redes)}[€] + P_{contratada}[€] + P_{Horas de Ponta}[€] + Energia Reativa[€] + Taxas e Impostos[€]$$

Com base nas faturas fornecidas, o custo anual da energia elétrica representa um valor de 10.3269,41€ em que a Energia Ativa (Energia + Redes) representa cerca de 57,56% (5.968,51€), a Potência contratada 6,81% (706,55€), a Potência em Horas de Ponta 15,36% (1.593,22€), a Energia Reativa 0,80% (82,77€) e por fim as Taxas e Impostos 19,46% (2.018,36 €).

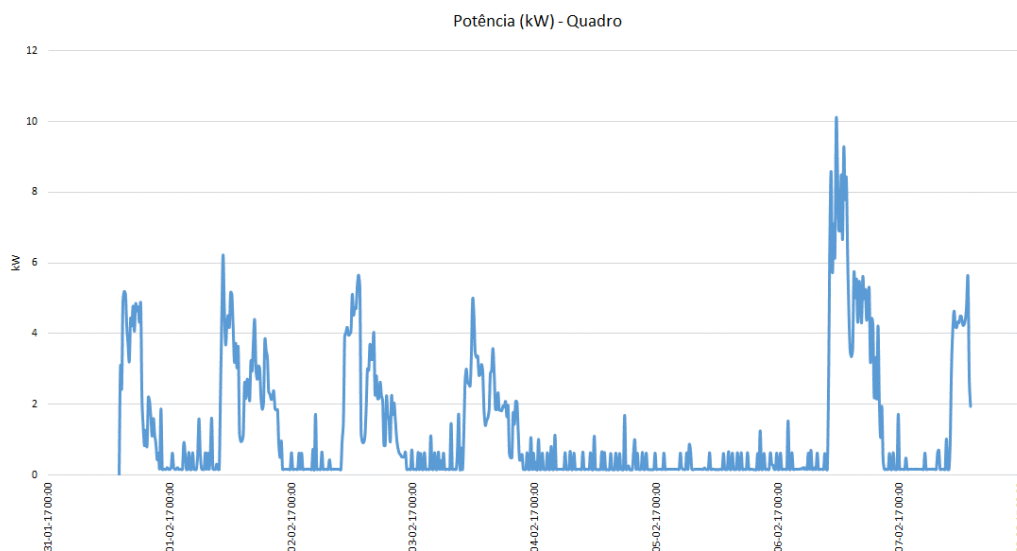
### 2.3.3. Medições e diagrama de carga

De forma a perceber o consumo e períodos de funcionamento de alguns sistemas, foram monitorizados três quadros elétricos do edifício e feitas várias medições pontuais.

### 2.3.4. Monitorização de Quadros

Como já foi referido anteriormente, optou-se por monitorizar três quadros elétricos do edifício. Sendo que a instalação tem, dois quadros elétricos um encontra-se no Piso 0 e o outro no Piso 1. É também onde funcionam todos os serviços do edifício, logo os analisadores foram instalados nesses mesmos pisos.

Em seguida, apresenta-se o diagrama de carga do quadro (Figura 24) e a tabela consumos por dia (Tabela 12) respetivamente obtido para o período de monitorização. Isto para o quadro instalado no Piso 1 (Ala Direita). Este quadro é responsável pela alimentação de todos os gabinetes de magistrados e por todas as secretarias de ministério públicos, existentes nesse piso.



**Figura 24: diagrama de carga do quadro Piso 1 (Ala Direita)**

**Consumo total semanal: 217,30 kWh**

Tabela 12: consumos por dia do quadro Piso 1 (Ala Direita)

Consumos Quadro Geral		
	Dias	Consumo [kWh]
Dia 1	31-1-2017 (Terça feira)	23,30
Dia 2	1-2-2017 (Quarta feira)	38,73
Dia 3	2-2-2017 (Quinta feira)	33,84
Dia 4	3-2-2017(Sexta feira)	29,61
Dia 5	4-2-2017 (Sábado)	7,14
Dia 6	5-2-2017 (Domingo)	5,93
Dia 7	6-2-2017 (Segunda feira)	60,11
Dia 8	7-2-2017 (Terça feira)	18,65
	Consumo Total	217,30

Da análise dos dados recolhidos percebe-se que ainda existem sistemas que ficam ligados durante o fim-de-semana.

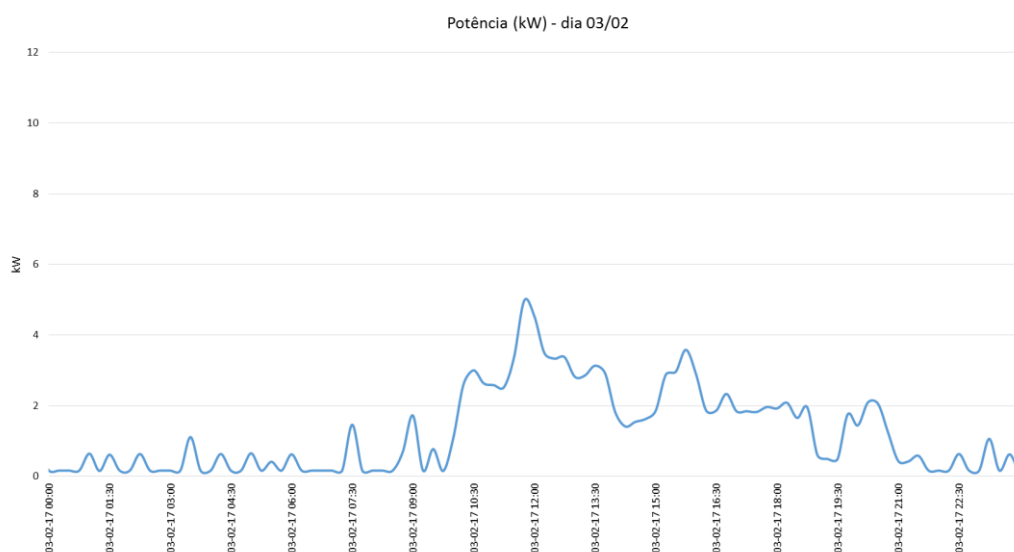


Figura 25: diagrama de carga do quadro Piso 1 (Ala Direita), de um dia

### 2.3.5. Análise e desagregação dos consumos

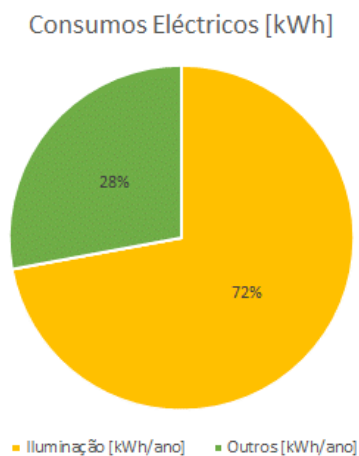
Na tabela dos consumos elétricos (Tabela 12), convém referir que a parcela com o nome de “outros” é referente aos consumos de todos os equipamentos portáteis existentes no edifício. Estes equipamentos, como é o exemplo dos aquecedores portáteis e dos

equipamentos constituintes dos postos de trabalho (computadores, impressoras, monitores, etc.), apesar de apresentarem uma percentagem elevada de consumo de energia não entram diretamente para a eficiência do edifício, pois estes não fazem parte da estrutura do mesmo.

Do levantamento e das medições efetuadas, foi possível chegar aos consumos por consumidores intensivos, deste modo chegou-se à desagregação apresentada na Tabela 13 e na Figura 26:

**Tabela 13: desagregação por sectores**

Consumos Eléctricos		
Iluminação [kWh/ano]	34.430,45	72,09%
Outros [kWh/ano]	13.332,55	27,91%
<b>Total</b>	47.763,00	



**Figura 26: desagregação por sectores**

### 2.3.6. Levantamento de iluminação

Verifica-se a utilização de diferentes tecnologias para a iluminação, tendo sido identificadas as seguintes nos vários espaços do edifício:

- Fluorescentes compactas (CFL): Salas de audiências, instalações sanitárias, zonas de circulação e escadas;
- Fluorescentes tubulares (T8): Zonas de circulação, arquivos, sala de audiências, salas técnicas e arrumos;
- Fluorescentes tubulares (T5): Arquivos, gabinetes, biblioteca, sala de audiências e zonas de circulação;
- LED: Galeria dos espaços perdidos/Escadaria nobre e escadaria;
- Incandescente: Galeria dos espaços perdidos/Escadaria nobre.

Em seguida é apresentada uma tabela resumo das características da iluminação:

**Tabela 14: folha de *Excel*, com parte do levantamento de iluminação**

Área	Tecnologia	Nº total de Lampadas	Potência instalada [W]
Circulação	T8	4	232
Arquivo	T8	5	290
Sala de Audiências	T8	12	696
Arquivo	T8	38	2204
Galeria dos passos perdidos/Escadaria Nobre	incandescente	16	640
	LED	2	8
Sala de Audiências	CFL	4	44
	Halo	2	120
Circulação	CFL	16	176

**Nota:** É de referir que a tecnologia T5 não aparece na tabela, pois esta é muito extensa e por essa razão encontra-se apenas em formato digital

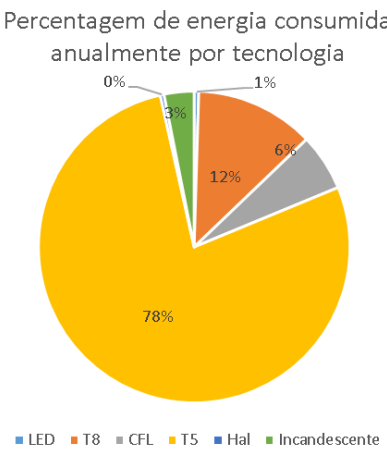


Figura 27: gráfico com percentagem de energia por tecnologia

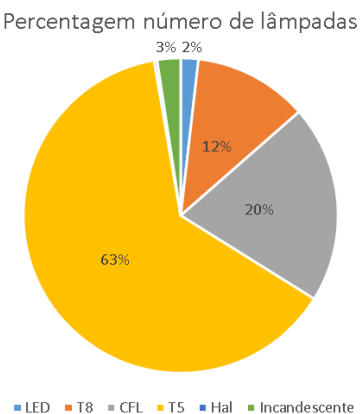
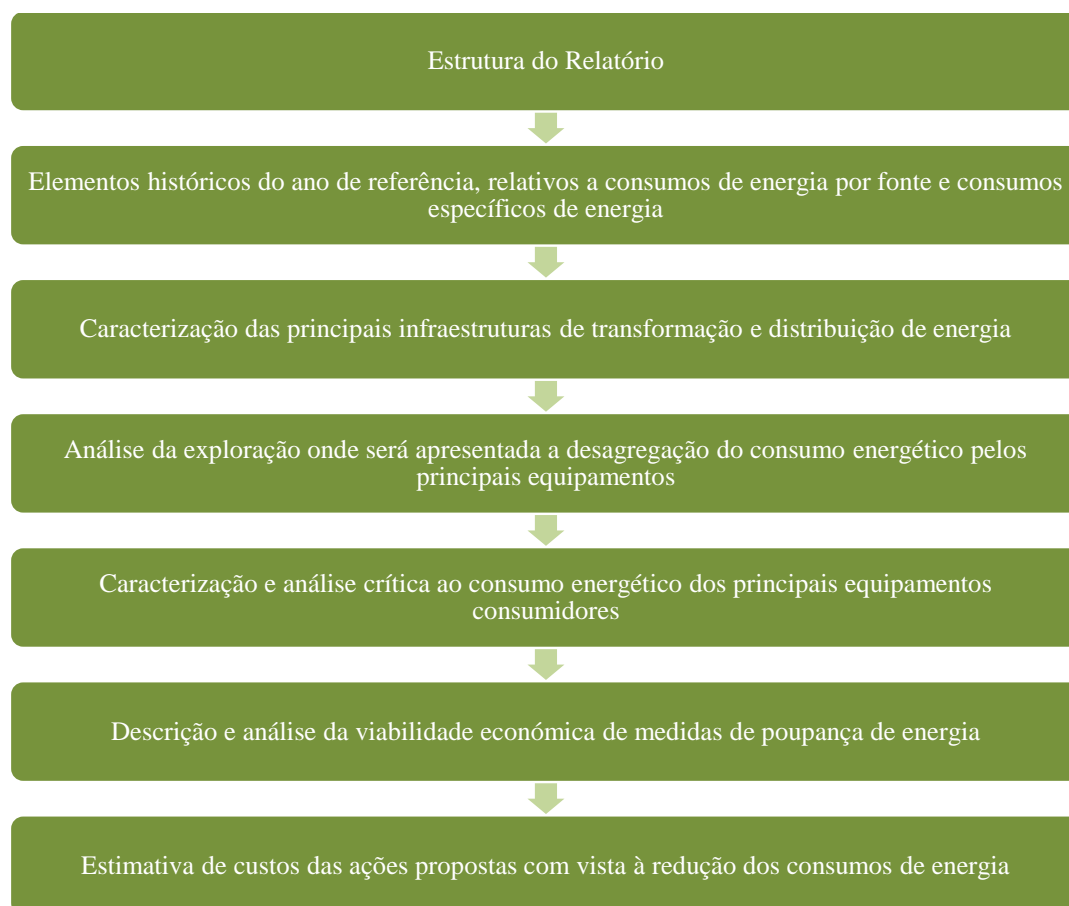


Figura 28: gráfico com percentagem pelo numero de lâmpadas por tecnologia

## 2.4. Elaboração do Relatório

A auditoria energética (AE) às condições de utilização da energia numa instalação consumidora ficará concluída com a elaboração do respetivo relatório. Este documento deverá apresentar toda a informação de uma forma organizada e coerente.

Na elaboração deste relatório, deverá ser levado em consideração que a AE constitui um instrumento fundamental para o início de um processo continuado de gestão de energia na instalação auditada. A Figura 29 mostra quais os principais passos a realizar para elaborar um relatório para uma AE a edifícios de serviços.



**Figura 29: elementos relevantes para a estrutura de um relatório (AE)**

Todos os gráficos apresentados no ponto anterior são utilizados no relatório. São ainda criados indicadores em função da utilização final da auditoria, neste caso candidatura Portugal 2020 – POSUER que serão também incluídos no relatório.



## **2.5. Oportunidade de Racionalização de Consumo de Energia (ORCE)**

De acordo com o Decreto Lei nº 71/2008 o Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) baseia-se na realização de uma auditoria interna através da qual se fixam metas relativas às intensidades energética e carbónica e ao consumo específico de energia, incluindo medidas que visam a racionalização do consumo de energia, em conformidade com a legislação em vigor.

Sendo assim, neste ponto vão ser identificadas e quantificadas as medidas necessárias para atingir os objetivos definidos de redução dos consumos e seguindo uma *checklist* do Plano de Racionalização:

- Cálculo da intensidade energética;
- Cálculo do consumo específico de energia;
- Cálculo da intensidade carbónica;
- Identificação das medidas que visam a racionalização do consumo de energia;
- Quantificação das reduções de consumo das medidas identificadas;
- Programa de implementação das medidas no período do plano;
- Quantificação do impacto das medidas nos indicadores de eficiência energética para o período do plano.

Na tabela seguinte (Tabela 15) apresenta-se o resumo dos investimentos:

**Tabela 15: tabela resumo dos investimentos**

	<b>Investimento [€]</b>	<b>Energia evitada [kWh/ano]</b>	<b>Custo energia evitada [€/ano]</b>	<b>PRI [anos]</b>
<b>Iluminação</b>	7.856,77	17.264,66	3.836,20	2,05
<b>Sistema de AVAC</b>	182.269,10	84.811,00	4.982,00	67,77
<b>Substituição vãos envidraçados</b>	60.175,00	4.779,00	827,30	72,74
<b>Implantação gerador PV</b>	132.00,00	14.749,95	2.145,36	6,50
<b>Total</b>	<b>263.500,87</b>	<b>121.604,61</b>	<b>11.790,86</b>	<b>22,35</b>

**Nota 1:** Para o cálculo das medidas de melhoria foram utilizados consumos estimados pela simulação para a elaboração do CE

**Nota 2:** No caso deste projeto e devido à finalidade do mesmo (candidatura a fundos comunitários), o fato de existirem PRIs de 68 ou 73 anos não é problema, já que vai ser contabilizado/utilizado o valor médio.

### 2.5.1. Iluminação

A iluminação, como foi mostrado ao longo do relatório, representa quase 50% dos consumos elétricos do edifício, por isso vamos apresentar duas situações distintas que se consideram ser proveitosas:

### 2.5.2. Sensores de Movimentos

Recomenda-se a instalação de dispositivos de deteção de movimento em algumas zonas das instalações sanitárias, acessos e corredores, pois verificou-se durante a visita técnica ao edifício que a iluminação destas zonas encontra-se sempre ligada durante o horário de funcionamento. A iluminação é ligada no início da manhã e desligada no final do dia das instalações.

É uma medida que não tem um tempo de retorno fácil de calcular, mas que torna a poupança evidente e o investimento que requer, não é significativo.

### 2.5.3. Retrofitting Iluminação

Relativamente à iluminação sugere-se a troca do tipo de lâmpadas por outras mais eficientes. Aconselha-se a troca total das lâmpadas existentes por lâmpadas *LED*, sendo que no caso das lâmpadas Fluorescentes Tubulares, recomenda-se a troca direta das lâmpadas mantendo as luminárias (desativando o balastro). A troca será efetuada de acordo com a Tabela 16:

**Tabela 16: tecnologias utilizadas e os seus equivalentes em Led**

Lâmpada Atual	Potência atual (W)	Trocada por	Potência depois da troca
Incandescente 40W	640	E27 LED de 4W	64
T8 18W	54	T8 LED de 9W	27
T8 36W	72	T8 LED de 16W	32
T8 58W	4234	T8 LED de 23W	1679
T5 24W	9336	LED de 11W	2723
T5 49W	1568	LED de 14W	448
CFL 11W	1485	LED de 4W	540
Halogéneo 60W	120	LED de 7W	8

A Tabela 17 mostra o consumo de energia consumida atualmente pelos sistemas de iluminação existentes e a energia consumida, nas mesmas condições, com a troca sugerida.

**Tabela 17: energia consumida atualmente e com substituição de tecnologia LED**

<b>Energia consumida atualmente [kWh]</b>	34.430,45
<b>Energia consumida com a substituição [kWh]</b>	17.165,79
<b>Custo médio do kWh</b>	0,1731

A Tabela 18 mostra o custo energético antes e depois da troca e a respetiva poupança anual na instalação.

**Tabela 18: custo energético e poupança anual**

<b>Custo energético com iluminação atualmente [€/ano]</b>	5.960,27
<b>Custo energético estimado com a substituição [€/ano]</b>	2.971,58

<b>Poupança anual</b>	<b>2.988,69 €</b>
-----------------------	-------------------

A Tabela 19 mostra o investimento previsto na troca de iluminação e um analisador de rede. O valor da instalação é definido pela empresa.

**Tabela 19: investimento na troca de iluminação**

Investimento			
Equipamento		Custo un [€]	Custo Total [€]
Troca Incandescente por LED 10 W	16	5,50	88,00
Troca T8 por Tubular LED 9W	3	4,72	14,16
Troca T8 por Tubular LED 16W	2	6,75	13,50
Troca T8 por Tubular LED 23W	73	7,40	540,20
Troca Halo por LED 7W	2	7,00	14,00
Troca CFL por LED 4W	135	7,20	972,00
Troca T5 por LED 7W	389	10,45	4.065,05
Troca T5 por LED 11W	32	12,20	390,40
Analisador/monitorizador de rede	1	450,00	450,00
Instalação	1	1.309,46	1.309,46
		<b>Total</b>	<b>7.856,77</b>

**Nota:** O custo médio do kWh (0,1731€) inclui os custos de potência

Com esta medida estima-se uma poupança de 17.264kWh/ano, que com o valor de investimento apresentado, estima-se um período de retorno (PRI) de aproximadamente 2,05 anos.

**Tabela 20: resumo da medida de melhoria de iluminação**

	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
Iluminação	7.856,77	1.7264,66	2.988,69	2,05

#### **2.5.4. Substituição do Sistema de AVAC**

O atual sistema instalado para aquecimento do edifício, é composto por uma caldeira a gasóleo, tubagens sem isolamento e radiadores de parede que estão em mau estado de conservação. Com a substituição por uma bomba de calor (elétrica), isolando as tubagens sempre que seja possível e a troca dos radiadores, permite aumentar o rendimento do sistema.

Teve-se em consideração nesta proposta de medida de melhoria, para além da poupança energética, o conforto dos utentes do edifício.

Na Tabela 21 está um resumo do investimento considerado:

**Tabela 21: investimento no sistema de AVAC**

Investimento			
Equipamento	Qts	Custo un [€]	Custo Total [€]
Bomba de calor	5	27.850,00	139.250,00
Depósito de inércia	1	3.997,92	3.997,92
Remoção de radiadores existentes	86	34,70	2.984,2
Colocação de radiadores novos	86	65,80	5.658,8
Instalação do sistema	1	30.378,18	3.0378,18
		<b>Total</b>	<b>182.269,10</b>

Assim para este caso foi simulado a utilização de uma bomba de calor com um *Coefficient Of Performance* (COP) de 3,6 o que que permite uma poupança de 84.811kWh/ano, estima-se um PRI de 67 anos.

**Tabela 22: resumo da medida de melhoria do sistema de AVAC**

	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
Sistema de AVAC	182.269,10	8.4811,00	4.982,00	67,77

### **2.5.5. Alteração das Caixilharias e Vidros**

Uma grande parte dos edifícios em Portugal ainda hoje possui janelas muito pouco eficientes com caixilharia sem corte térmico e vidros simples. Por isso, a instalação de janelas mais eficientes apresenta vantagens, tais como:

- Maior conforto térmico e acústico;
- Diminuição de infiltrações de ar e água;
- Poupar energia reduzindo a fatura energética.

Sabendo que a caixilharia em madeira, quando em boas condições, garante um bom isolamento tanto térmico como acústico e sendo um produto natural torna-se uma solução muito boa do ponto de vista ecológico. No entanto, a caixilharia em madeira e vidro simples existente no edifício, encontra-se em más condições, apresentando folgas e madeira degradada. Deste modo é proposto como medida de melhoria a substituição total das caixilharias por umas de outro material, neste caso, do tipo alumínio e a utilização de vidros duplos.

As janelas em alumínio apresentam as seguintes vantagens:

- Bom isolamento térmico e acústico;
- Resistentes e com grande durabilidade;
- O material é fácil de trabalhar, permitindo deste modo a realização de janelas nos mais diversos tamanhos e formatos.

Foi efetuado um levantamento da área dos envidraçados e concluiu-se que o edifício apresenta uma área total de 240,7m<sup>2</sup>.

Na Tabela 23 seguinte é apresentada uma tabela resumo do investimento a efetuar.

**Tabela 23: investimento em caixilharias e vidros**

Investimento		
Equipamento	Custo un [€]	Custo Total[€]
Remoção de vãos envidraçados	6.017,50	6.017,50
Colocação de vãos envidraçados novos	54.157,50	54.157,50
<b>Total</b>		<b>60.175,00</b>

Com a troca dos vãos envidraçados obtém-se uma poupança de 4.779kWh/ano, estima-se um PRI de 72 anos.

**Tabela 24: resumo da medida de melhoria dos vãos envidraçados**

	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
<b>Substituição vãos envidraçados</b>	60.175,00	4.779,00	827,30	72,74

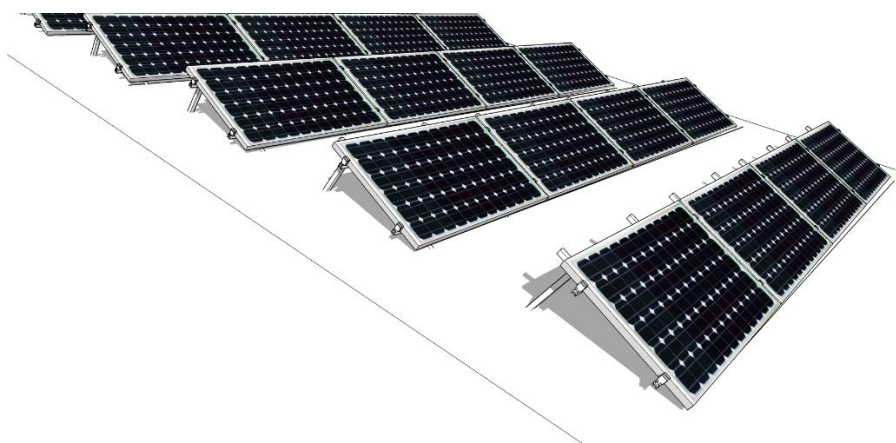
Este PRI de 72 anos é

### **2.5.6. Sistema Fotovoltaico**

O estudo para a presente melhoria energética, sistema fotovoltaico de autoconsumo, foi realizado tendo em conta:

- Área disponível na cobertura (orientada a sul) do edifício;
- Perfil de consumo elétrico anual da instalação (análise das faturas);
- Energia necessária à instalação durante os períodos de produção, evitando ao máximo a injeção na rede, a fim de tornar o sistema o mais rentável possível.

O gerador fotovoltaico a implementar possui 11kWp o que totaliza 44 módulos fotovoltaicos acoplados em 2 *strings*. Os módulos utilizados para esta simulação são de 250Wp de potência máxima unitária. Realizando uma simulação em *PvSyst* (*software* de referência do Sector), foi possível estimar o comportamento do gerador fotovoltaico, para as várias condições meteorológicas ao longo do ano.



**Figura 30: fixação de painéis solares fotovoltaicos**

Com base no comportamento anual do gerador fotovoltaico, e no consumo anual facultado, foi possível estimar uma redução média anual da fatura elétrica de cerca de 30,1%.

Na tabela seguinte (Tabela 25) são apresentados valores de energia elétrica utilizados para autoconsumo bem como o valor poupado mensalmente para cada um dos períodos horários e a poupança anual.



Tabela 25: estimativa anual do comportamento do gerador fotovoltaico

Autoconsumo de Energia (kWh)	Poupança mensal	Energia Produzida não autoconsumida (kWh)	Poupança mensal	
Total Autoconsumo (kWh/mês)	Total Autoconsumo (€/mês)	Total Venda à RESP (kWh/mês)	Total Venda à RESP (€/mês)	
				Janeiro
197.56	18.93	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
200.08	28.23	0.00	0.00	Ponta
614.65	78.61	0.00	0.00	Cheias
				Fevereiro
250.83	24.03	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
164.02	23.14	0.00	0.00	Ponta
611.45	78.20	0.00	0.00	Cheias
				Março
292.52	28.02	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
327.23	46.17	0.89	0.02	Ponta
980.61	125.42	0.49	0.01	Cheias
				Abril
315.30	30.21	0.83	0.03	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
408.49	57.64	4.99	0.16	Ponta
784.67	100.36	2.34	0.08	Cheias
				Maio
285.04	27.31	19.02	0.74	Vazio Normal
1.66	0.14	0.00	0.00	Super Vazio
416.30	58.74	53.43	2.08	Ponta
908.85	116.24	51.61	2.01	Cheias
				Junho
310.70	29.77	53.60	2.01	Vazio Normal
3.07	0.25	0.00	0.00	Super Vazio
305.80	43.15	125.73	4.72	Ponta
806.98	103.21	164.36	6.17	Cheias
				Julho
315.23	30.20	102.25	4.73	Vazio Normal
1.64	0.13	0.00	0.00	Super Vazio
308.70	43.56	180.97	8.37	Ponta
804.71	102.92	227.00	10.50	Cheias
				Agosto
224.10	21.47	142.38	6.17	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
249.83	35.25	271.27	11.75	Ponta
655.13	83.79	401.71	17.40	Cheias
				Setembro
271.39	26.00	129.14	5.89	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
245.82	34.69	186.12	8.49	Ponta
595.53	76.17	249.09	11.36	Cheias
				Outubro
180.41	17.28	43.23	2.01	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
277.10	39.10	154.67	7.18	Ponta
615.07	78.67	148.89	6.91	Cheias
				Novembro
224.85	21.54	0.41	0.02	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
196.76	27.76	2.66	0.10	Ponta
514.61	65.82	3.86	0.15	Cheias
				Dezembro
228.28	21.87	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
161.22	22.75	0.00	0.00	Ponta
493.77	63.15	0.00	0.00	Cheias
Total (kWh)	Total (€)	Total (kWh)	Total (€)	
14749.95	1,829.88 €	2720.94	- €	€ 2,238.20
Poupança na Potência de horas de Ponta	408.32 €			

Para realizar uma análise financeira sobre o sistema fotovoltaico em causa teve-se em consideração os diferentes períodos horários da tarifa tetra horária, já que cada período tem um valor correspondente.

Este investimento, teve ainda em conta outros fatores, como o aumento do custo da energia elétrica, uma taxa de atualização, a depreciação anual de produção dos painéis fotovoltaicos e um valor de manutenção anual de todo o sistema fotovoltaico.

Na tabela seguinte (Tabela 26) podem verificar-se quais as considerações tomadas nesta análise económica. Através da taxa do aumento da energia elétrica calculou-se a tarifa da mesma para os próximos anos.

**Tabela 26: estimativa do aumento das tarifas**

Anos	Tarifas após aumento de (ERSE) 3.2%			
	Vazio Normal	Super Vazio	Cheias	Pontas
0	0.0958	0.0813	0.1279	0.1411
1	0.09887	0.08390	0.13199	0.14562
2	0.10203	0.08659	0.13622	0.15027
3	0.10529	0.08936	0.14058	0.15508
4	0.10866	0.09222	0.14507	0.16005
5	0.11214	0.09517	0.14972	0.16517
6	0.11573	0.09821	0.15451	0.17045
7	0.11943	0.10136	0.15945	0.17591
8	0.12325	0.10460	0.16455	0.18154
9	0.12720	0.10795	0.16982	0.18735
10	0.13127	0.11140	0.17525	0.19334
11	0.13547	0.11497	0.18086	0.19953
12	0.13980	0.11864	0.18665	0.20591
13	0.14428	0.12244	0.19262	0.21250
14	0.14890	0.12636	0.19879	0.21930
15	0.15366	0.13040	0.20515	0.22632
16	0.15858	0.13458	0.21171	0.23356
17	0.16365	0.13888	0.21849	0.24104
18	0.16889	0.14333	0.22548	0.24875
19	0.17429	0.14791	0.23269	0.25671
20	0.17987	0.15265	0.24014	0.26492
21	0.18563	0.15753	0.24782	0.27340
22	0.19157	0.16257	0.25575	0.28215
23	0.19770	0.16777	0.26394	0.29118
24	0.20402	0.17314	0.27239	0.30050
25	0.21055	0.17868	0.28110	0.31011

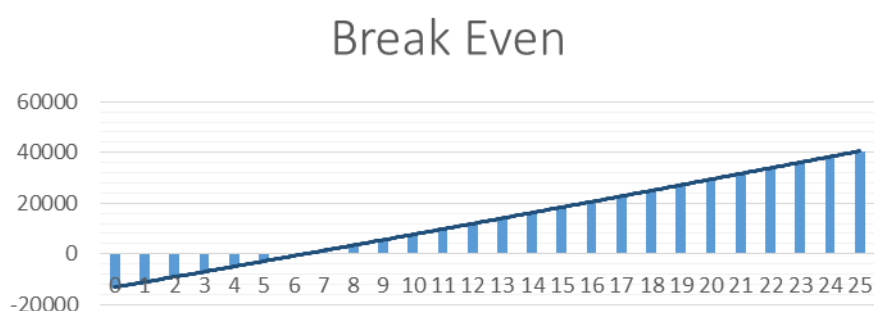
**Nota:** As seguintes tabelas: Tabela 25 e Tabela 26, encontram-se com uma formatação das unidades monetárias diferente (formatação usada pelo *software*)

Estima-se que o gerador tenha um custo de investimento de cerca de 13.200€. Para este valor, realizou-se um estudo de viabilidade económica, com o objetivo de determinar o período de retorno do investimento e estimar o comportamento do gerador fotovoltaico durante 25 anos. Neste estudo económico foi tido em conta a queda anual de performance dos módulos fotovoltaicos (0,7% ano) e taxa de aumento das tarifas de 3,2% e a taxa de atualização de 2%.

A partir do estudo feito obtiveram-se os períodos de recuperação do investimento (PRI e PRIA), taxa interna de rentabilidade (TIR) e o retorno de investimento (ROI), apresentados na tabela seguinte (Tabela 27).

**Tabela 27: estudo económico**

<b>Investimento Total s/IVA (€)</b>	<b>13.200,00</b>
<b>Poupança no primeiro ano (€)</b>	2.238,20
<b>VAL - Valor Atualizado Líquido (€)</b>	40.584,21
<b>TIR - Taxa Interna de Rentabilidade (%)</b>	15%
<b>Retorno de Investimento (€)</b>	3,07
<b>Payback c/ atualização de capital</b>	6 Anos e 5 Meses
<b>LCOE - Levelized Cost of Energy (€/kWh)</b>	0,044



**Figura 31: break even**

Deste estudo é possível concluir que a implementação do gerador fotovoltaico apresenta um *Payback* de 6 anos e 5 meses.

Acresce ainda como fator externo, mas não menos importante, o aumento brutal que as tarifas elétricas têm sofrido nos últimos anos e que se prevê continuarem a sua escalada ao longo dos próximos.

Assim, ainda se torna mais apetecível economicamente este tipo de investimento, dado que o fotovoltaico já atingiu a paridade de rede e neste momento consegue fornecer energia mais barata que o custo de aquisição por parte do cliente. Isso é demonstrado pelo LCOE (custo da energia por kWh produzida pelo sistema ao longo do tempo de vida do projeto), que neste caso é 0,044€.

**Tabela 28: investimento fotovoltaico**

POS.	DESCRIÇÃO	Un	Qt
1	* Módulos/Marca		
	Módulo REC 250Wp	Un	44
2	* Estrutura/tipo		
	Estrutura para fixação de painéis fotovoltaicos apoiados numa estrutura Triangular	Un	44
3	* Inversores		
	*Fronius Symo 10.0-3-M 10kW	Un	1
4	* Sistema de monitorização		
	Transformadores de Corrente	Un	3
	Fronius meter	Un	1
5	* Circuito DC		
	ELD Cabo solar 4mm2	vg	1
	Fichas PV MC40	vg	1
	Linha Equipotencial H07V- K 4mm2 - Painéis	vg	1
	Linha Equipotencial H07V- K 10mm2	vg	1
	Caminhos de cabos em esteira de PVC e tubos PVC cinza 40mm 10kg resistente aos raios UV fixos em braçadeiras para circuitos DC	vg	1
	Cx. Quadro Geral DC	vg	1
	Equipamentos de proteção	vg	1
6	* Circuito AC		
	Cabo (Inversor -> Quadro AC)	vg	1
	Cx. Quadro Geral AC	vg	1
	Equipamentos de proteção	vg	1
7	* RESP		
	Cx. de para contador	Un	1
	Tubagem 40mm	vg	1
	Contador de produção c/ Telecontagem	Un	1
	Cabo terra 16mm2	vg	1
9	*Instalação		
	Transporte, Montagem, Responsabilidade técnica	un	1
	<b>Total</b>	<b>13.200,00</b>	

Com a implementação do sistema fotovoltaico consegue-se uma poupança de 14.749kWh/ano, estima-se um PRI de 7 anos.

**Tabela 29: resumo da medida de melhoria do sistema fotovoltaico**

	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
<b>Implantação gerador PV</b>	13.200,00	14.749,95	2.145,36	6,90

## 2.6. Indicadores

A Tabela 30 mostra os consumos e gastos energéticos do edifício.

**Tabela 30: consumo e custos energético no edifício**

Energia Elétrica			Gasóleo		
Consumo Anual - [KWh]	Custo anual energético- [€]	Custo médio Unitário [€/KWh]	Consumo Anual - [KWh]	Custo anual energético - [€]	Custo médio Unitário [€/KWh]
53620.00	9,282.19 €	0.1731	99903.00	7,586.05 €	0.08 €

Com o levantamento efetuado relativamente ao consumo de energia, obtém-se os seguintes valores de consumo energético.

**Tabela 31: consumo energético no edifício**

	Consumo de energia do edifício (ano de referência)				
	Consumo de energia			Energia Primaria	Emissões de CO2 associadas
	lts	kwh	tep	kWhEp	tonCO2/kWh/ano
Gasóleo	9842.66	99903.00	9.04	99903.00	26.67
Energia Eléctrica	----	53620.00	11.53	134050.00	19.30
<b>Total</b>		<b>153523.00</b>	<b>20.56</b>	<b>233953</b>	<b>45.98</b>

O estudo de medidas de melhoria leva a uma redução do consumo energético do edifício, essa redução está apresentada na tabela seguinte (Tabela 32).

**Tabela 32: estimativa de redução no consumo energético no edifício**

	Estimativa de redução de consumos				
	Energia			Energia Primaria	Emissões de CO2 associadas
	lts	kwh	tep	kWhEp	CO2 [tonCO2/kWh/ano]
Gasóleo	9842.66	99903.00	9.04	99903.00	26.67
Energia Eléctrica	----	47311.51	10.17	118278.77	17.03
<b>Total</b>		<b>147214.51</b>	<b>19.21</b>	<b>218181.7681</b>	<b>43.71</b>

Assim o edifício passaria a ter os consumos energéticos apresentados na Tabela 33 seguinte:

**Tabela 33: consumo energético no edifício após aplicação das medidas de melhoria**

	Consumo de energia após a aplicação das medidas				
	Consumo de energia			Energia Primaria	Emissões de CO2 associadas
	lts	kwh	tep	kWhEp	CO2 [tonCO2/kWh/ano]
Gasóleo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Energia Eléctrica		6308.49	1.36	15771.23	2.27
<b>Total</b>		<b>6308.49</b>	<b>1.36</b>	<b>15771.23</b>	<b>2.27</b>

**Nota:** As seguintes tabelas: Tabela 30, Tabela 31, Tabela 32 e Tabela 33, encontram-se com uma formatação das unidades monetárias diferente (formatação usada pelo *software*)





### 3. CONCLUSÕES

---

O estágio realizado na empresa Lipronerg – *Engineering Consultants* traduziu-se numa mais valia para a minha formação, pois foi o primeiro contato com o mundo profissional. Graças a esse contato ser ativo, pude analisar, dar pareceres e intervir em situações reais.

O contato com profissionais qualificados e com excelentes conhecimentos em ambas as áreas (projeto elétrico e certificação energética), permitiu-me adquirir parte desses conhecimentos e também hábitos de trabalho.

O período de estágio permitiu também solidificar e aprofundar uma grande parte dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, bem como a realização de cada projeto que ia surgindo ao longo do estágio.

Com a realização dos vários projetos colocaram-se em prática os conhecimentos adquiridos a nível académico.

O objetivo principal deste estágio era terminar o mestrado, mas também, adquirir experiência profissional nas áreas em que estive inserido. Passando por assumir responsabilidades, aplicar conhecimentos teóricos em situações práticas, desenvolver capacidades de decisão e superar os desafios propostos.



## 4. REFERÊNCIAS e BIBLIOGRAFIA

---

CERTIEL, Associação Certificadora de Instalações Elétricas. 2013. A CERTIEL - Portal. <http://www.certiel.pt/>.

CERTIEL\_tabela. 2013. Instalações que carecem de projeto aprovado. [Online] 2013.

DL 68-A/2015, para empresas não Pequenas e Médias Empresas (PME)

DL 71/2008, publicado o Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

DL101/2007. 2007. Ministério da Economia e da Inovação, Diário da República Eletrónico. <http://www.dre.pt/cgi/dr1s.exe?t=dr&cap=1->

DL517/80, nº253/80 Série I. [Online] 31 de Outubro de 1980

DL517/80. 1980. Ministério da Indústria e Energia, Diário da República Eletrónico

Ficha técnica 12: [https://www.certiel.pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c08b7668-61d4-474d-ad4e-89b37c8dbbbc&groupId=10100](https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=c08b7668-61d4-474d-ad4e-89b37c8dbbbc&groupId=10100)

Ficha-Técnica\_16. 2006. CERTIEL. Seletividade de proteção contra as sobreintensidades. [http://www.certiel.pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=5630596c-ee9c-4816-beb2-57a64506d8af&groupId=10100](http://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=5630596c-ee9c-4816-beb2-57a64506d8af&groupId=10100).

<http://lipronerg.pt/certificacao-energetica>

<http://lipronerg.pt/projetos-de-engenharia>

[http://www.certi.pt/document\\_library/get\\_filefolderId=11825&name=DLFE-1.pdf](http://www.certi.pt/document_library/get_filefolderId=11825&name=DLFE-1.pdf).

[https://www.certi.pt/c/document\\_library/get\\_file?uuid=65a4a0bd-0e9c-4790-88fc-aac63bc881e2&groupId=10100](https://www.certi.pt/c/document_library/get_file?uuid=65a4a0bd-0e9c-4790-88fc-aac63bc881e2&groupId=10100)

Lopes, Gil Ferreira. 2013. Projeto de Instalações e de Telecomunicações em Edifícios. Relatório de Estágio: ISEC - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Dezembro de 2013.

RTIEBT, 2016. Regras Técnicas Instalações Elétricas Baixa Tensão

[www.dre.pt/cgi/dr1s](http://www.dre.pt/cgi/dr1s)

## **ANEXOS**

---



## **ANEXO I**

---

## **1. Introdução**

---

A presente memória descritiva e justificativa, refere-se às instalações elétricas de um edifício Escolar. O presente projeto de instalações elétricas, foi elaborado, para que as instalações, possam evoluir num futuro próximo, nesta perspetiva, as canalizações foram projetadas, de modo a permitir a máxima versatilidade.

Estão presentes no desenvolvimento do presente projeto, os fatores de segurança, eficiência e economia, bem como as prescrições do Dono de Obra.

O projeto a que esta memória diz respeito foi concebido de acordo com o DL nº 226/2005 de 28 de Dezembro e a portaria nº. 949-A/2006 que define as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT).

Todos os equipamentos e/ou marcas apresentados são meramente indicativos e podem ser substituídos por equipamentos de marcas de qualidade equivalente.

## **2. Constituição do Imóvel**

---

O imóvel em estudo é composto pelos seguintes pisos e utilizações:

- Piso 0 – Salas de Aulas, arrumos, instalações sanitárias, e zonas de trabalho em geral, área de acesso, área de serviços administrativos e zonas de trabalho em geral, recreio coberto e descoberto



### **3. Classificação da Utilização**

---

Quanto à utilização, este edifício será classificado, como um edifício do tipo Escolar, e em função da lotação um estabelecimento recebendo público de 2ª categoria. De acordo com o estabelecido nas RTIEBT, os locais foram devidamente classificados, segundo a seguinte lista, pelo que deverão ser respeitados os índices de proteção para cada um deles, de acordo com a presente memória descritiva e peças desenhadas.

### 3.1. Classificação de locais

No edifício, classificamos os seguintes locais, quanto às influências externas a que podem estar sujeitos.

**Tabela 34: classificações quanto às influências externas**

		CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO AMBIENTE / UTILIZAÇÕES																	UTILIZAÇÃO					EDF.	
Nº	DESIGNAÇÃO LOCAIS	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB
1	Exterior exposto (jardins)	8	8	1	4	3	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1
2	Cozinha	4	4	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2+4	1	1
2	Cozinha - Preparação	4	4	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2+4	1	1
2	Cozinha - Lavagem	4	4	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2+4	1	1
2	Cozinha - Confeção	4	4	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2+4	1	1
2	Cozinha - Distribuição	4	4	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2+4	1	1
3	Inst. Sanitárias Alunos	4	4	1	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**	3	1	1	1	1
4	Inst. Sanitárias Alunas	4	4	1	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**	3	1	1	1	1
5	Circulação	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
6	Arrumo de Material Didático	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
7	Sala de Professores	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
8	I.S. Professores m/f	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
9	Gabinete de Trabalho	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
10	Sala de Aulas/ Educação Plástica	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
11	Recreio Coberto	7	7	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1
12	Arrumos de Material	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
13	Zona Técnica	4	4	1	4	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	3	1	2	1	1
14	Inst. Sanitárias Crianças	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1

15	Sala de Atividades	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
16	Gabinete de Atendimento	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
17	Biblioteca	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
18	Sala Polivalente	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
19	Sala de Pessoal	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
20	Despensa Secos/Frios	4	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
21	Arrumos de Material de Limpeza	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
22	Arrumos Leite Escolar	4	4	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
23	Arrumos Material Desportivo	4	4	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
24	Zona de lixos	4	4	1	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
25	Refeitório	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1
26	Inst. Sanitárias Funcionários m/f	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
27	Zona Técnica - Grupo Gerador	4	4	1	4	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	3	1	2	1	1

### 3.2. Índices de Proteção

Tabela 35: designação de locais

Nº	DESIGNAÇÃO LOCAIS	C. Materiais	
		IP min	IK min
1	Exterior exposto (jardins)	44	07
2	Cozinha	44	07
2	Cozinha - Preparação	44	07
2	Cozinha - Lavagem	44	07
2	Cozinha - Confeção	44	07
2	Cozinha - Distribuição	44	07
3	Inst. Sanitárias Alunos	20C / 20	02
4	Inst. Sanitárias Alunas	20C / 20	02
5	Circulação	20C / 20	02
6	Arrumo de Material Didático	43	02
7	Sala de Professores	20	02
8	I.S. Professores	20	02
9	Gabinete de Trabalho	20	02
10	Sala de Aulas/ Educação Plástica	20C / 20	02
11	Recreio Coberto	44	07
12	Arrumos de Material	43	02
13	Zona Técnica	44	07
14	Inst. Sanitárias Crianças	*	02
15	Sala de Atividades	20C / 20	02
16	Gabinete de Atendimento	20	02
17	Biblioteca	20C / 20	02
18	Sala Polivalente	20C / 20	02
19	Sala de Pessoal	20	02
20	Despensa Secos/Frios	43	02
21	Arrumos de Material de Limpeza	43	02
22	Arrumos Leite Escolar	43	07
23	Arrumos Material Desportivo	43	02
24	Zona de lixos	44	07
25	Refeitório	20C / 20	02
26	Inst. Sanitárias Funcionários m/f- vestuários	**	02
27	Zona Técnica - Grupo Gerador	44	07

O local 26, não é considerado balneários públicos, mas sim vestiários do pessoal de serviço, não sendo utilizado pelo restante público.

As classes com a indicação \* e \*\* serão classificadas de acordo com a seguinte tabela:

**Tabela 36: classificação das classes**

	VOLUMES			
	0	1	2	3
AD	7	5	4	2
BB	3	3	2	2
IP	67	65	44	21/21C *

**Nota1:** Os locais BA2 - serão considerados dois IP's. o valor 20C será para aparelhagem instalada a uma cota inferior a 1,50m. O valor IP20 será para as restantes áreas / volumes.

**Nota 2:** Para os wc com base de chuveiro e sem acesso de crianças, o IP a considerar no volume 3 é 21.

Para os outros com acesso de crianças, o IP a considerar no Volume 3 é de 21C.

As RTIEBT definem os graus de proteção contra a penetração corpos sólidos e líquidos (IP) e contra ações mecânicas (IK), em função das influencias externas a que os aparelhos estão sujeitos.

Todos os quadros, aparelhagem e equipamentos da instalação deverão possuir IP's e IK's de acordo com as condições dos locais onde serão instalados e deverão estar de acordo com a regra 512.2 (Quadros 51A) das RTIEBT.

Os materiais a aplicar nos referidos locais, deverão obedecer ao IP mínimo na zona a considerar. (Conforme descrição dos aparelhos).

**Nota:** Quando um cabo não possuir, numa parte do seu percurso, as características mecânicas apropriadas à classe de impactos do local, pode ser usado nessa parte do percurso, desde que seja prevista uma proteção mecânica complementar. (RTIEBT 522.6.2)

### **3.3. Volumes de Proteção**

De acordo com a secção 701 das RTIEBT, foram definidos os volumes de proteção de acordo com as peças desenhadas. Os IP mínimos a instalar deverão obedecer á tabela de classificação geral de IP da presente memória descritiva.

### **3.4. Características da rede local de distribuição**

A rede de distribuição, no local da instalação possui as seguintes características:

- Rede de Baixa tensão 231/400V

A Alimentação do edifício será em baixa tensão, prevendo uma potência de 146,17kVA.

### **3.5. Alimentação De Energia**

As Instalações serão alimentadas através da rede de distribuição pública em BT.

Execução do ramal e entrada de energia de acordo com as peças desenhadas. Será instalada uma caixa de portinhola, junto à entrada do edifício equipada com fusíveis de acordo com as peças desenhadas.

As portinholas devem obedecer ao estipulado no DMA-C62-807/N, nomeadamente possuir características de acordo com o estabelecido na norma IEC 60439, nas suas partes 1 e 5;

Estas, têm de ter um sistema de fecho normalizado de acordo com as indicações da Energias de Portugal (EDP), conforme com o que foi acima referido:

- Ser dos tipos normalizados indicados no Quadro 2
- Ter as características dimensionais indicadas no Quadro 3;
- Garantir os graus de proteção mínimos IP45 e IK10 para as portinholas dos tipos P50, P100 e P400, e IP 32 e IK09 para a portinhola P25.

**Quadro 2**  
**Tipos de portinholas**

Designação	Corrente nominal (estipulada) (A)	Cabos de entrada (a usar nos ramaís)		Fusíveis			Capacidade de ligação (mm²)	
		Derivação	Designação	N.º	Tamanho	I <sub>n</sub> <sup>1)</sup> (A)	Fases	Neutro
P25	25	Subterrânea	LSVAV 2x16	1	10x38	25	1,5 a 16 <sup>2)</sup>	1,5 a 16 <sup>2)</sup>
P50	50	Aérea	LXS 2x16	1	14x51	50	2,5 a 16 <sup>2)</sup>	2,5 a 16 <sup>2)</sup>
		Subterrânea	LSVAV 2x16			50		
P100	100	Aérea	LXS 2X16	3	22x58	63	4 a 50 <sup>2)</sup>	4 a 50 <sup>2)</sup>
			LXS 4X16			63		
			LXS 4X25			80		
		Subterrânea	LSVAV 2X16			80		
			LSVAV 4X16			80		
			LSVAV 4X35			100		
P400	400	Subterrânea	LSVAV 4X95	3	2	200	Al: 70 a 300 Cu: 50 a 240	Al: 70 a 150 Cu: 50 a 120
			LVAV 3X185+95			315		

<sup>1)</sup> Calibre (corrente estipulada) do fusível (elemento de substituição) a usar na protecção do cabo de entrada contra as sobrecargas.

Para as portinholas P25 e P50, os valores indicados correspondem aos valores da corrente nominal (estipulada) das bases de fusíveis.

Os fusíveis (elementos de substituição) devem ser da categoria de utilização gG.

<sup>2)</sup> Aplicável a condutores rígidos (de cobre ou de alumínio) com os diâmetros mínimos e máximos indicados na EN 60228.

**Figura 32: tipos de portinholas**

### 3.6. Contagem de Energia

A contagem de energia será feita em B.T, a caixa de contagem terá dimensões mínimas para a instalação de contador de energia ativa e reativa, contagem em Baixa Tensão Especial (BTE) ter características físicas e construtivas que sejam favoráveis ao bom e duradouro desempenho das suas funções. Deverá ser instalada de modo que o visor não fique a menos de 1,0 m nem a mais de 1,7m acima do pavimento. (regra 803.5.8.3 das RTIEBT).

Os índices de proteção da caixa do contador, não deverão ser inferiores a IP44 e a IK07, e classe II de isolamento.

### 3.7. Corte Geral de Energia

Existirá uma betoneira de corte geral de energia na portaria e outra no posto de segurança, de acordo com as peças desenhadas

## 4. Condições de Cálculo

### 4.1. Proteções das Canalizações

As proteções contra sobrecargas e curto-circuitos foram selecionadas de acordo com as regras 433.2 das RTIEBT designadamente tendo em atenção à coordenação entre os condutores e os dispositivos de proteção:

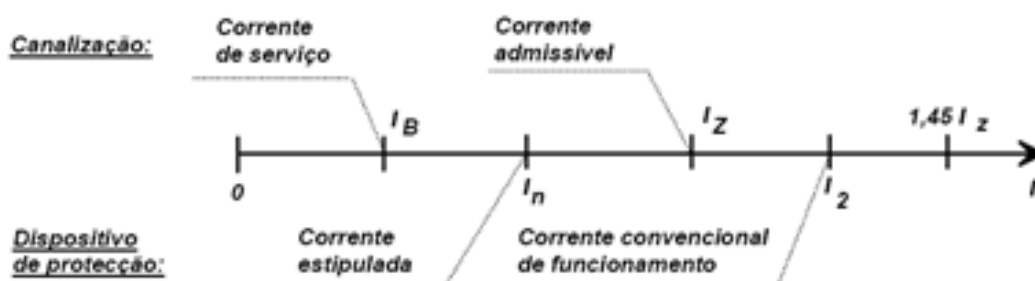


Figura 33: esquema para o dimensionamento das canalizações elétricas

em que:

- $I_B$  - Intensidade de corrente de serviço;
- $I_n$  - Intensidade de corrente nominal do aparelho de proteção.
- $I_Z$  - Intensidade de corrente máxima admissível na canalização
- $I_2$  - Intensidade limite de não funcionamento do aparelho de proteção.

As proteções contra sobrecargas e curto-circuitos serão garantidas através dos disjuntores de calibre indicado nas peças desenhadas com poder de corte 6kA que é superior à corrente de curto-circuito presumida nos quadros elétricos.

Foram também tidos em conta os fatores de correção correspondentes, tais como;

- Os fatores de correção em função da temperatura máxima previsível de funcionamento e da proximidade de várias canalizações.
- A queda de tensão máxima admissível em função do comprimento e utilização dos circuitos.



## **4.2. Limites de Queda de Tensão**

Serão respeitados os limites regulamentares de queda de tensão, cujo valor desde a origem da instalação de utilização até ao aparelho de utilização eletricamente mais afastado (supondo ligados todos os aparelhos de utilização que possam funcionar simultaneamente) nunca deve exceder os 3% da tensão nominal da instalação para circuitos de iluminação e 5% para os restantes circuitos. Exceto o circuito de alimentação ao quadro de entrada, em que a queda de tensão máxima, será inferior a 1,5%.

## **4.3. Cálculo da Correntes de Curto Circuito**

Os aparelhos de proteção dos circuitos, a instalar nos quadros elétricos, serão dimensionados para suportar uma corrente de curto-circuito trifásico simétrico. Assim as correntes de curto-circuito na instalação serão calculadas por forma a dimensionar o poder de corte da aparelhagem a instalar nos quadros elétricos, que não deverá ser inferior a 10kA no quadro de entrada e 6kA nos restantes quadros.

## **4.4. Circuitos Projetados**

- Quadros elétricos e respetivas alimentações;
- Circuitos de iluminação;
- Circuito de iluminação segurança;
- Circuitos de tomadas;
- Circuitos de alimentação a equipamentos.

## **4.5. Canalizações**

As canalizações serão constituídas por cabo condutor do tipo, XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV), em caminhos de cabo e protegidos por tubo, VD/ERFE, nas subidas e descidas, embebidos ou fixos às paredes, tetos por meio de braçadeiras convenientemente espaçadas ou ainda utilizando calhas técnicas fixas a paredes de alvenaria ou betão.

As canalizações de alimentação a quadros elétricos e circuitos localizados nas zonas de circulação, circulam em caminhos de cabos sob o teto falso. Para a escolha das correntes máximas admissíveis nas referidas canalizações, foi tido em conta o percurso mais significativo, no caso de circuitos com vários métodos de referência, em alguns casos foi mesmo adotado o caso mais desfavorável, mesmo não sendo o percurso mais significativo.

Os condutores a utilizar nas canalizações elétricas deverão estar de acordo com as normas portuguesas (NP) em vigor, bem como as recomendações técnicas da CEI. Todos os condutores deverão em todo o seu percurso ser identificados pelo código de cores normalizado pelo que os condutores devem respeitar o seguinte código de cores:

A alma condutora será em cobre, isolados a polietileno reticulado, com proteção ao fogo através de fita de mica e com bainha exterior de composto termoplástico isento de halogéneos, cabo XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV).

#### 4.6. Canalizações enterradas

No exterior as canalizações serão enterradas no solo, serão constituídas por tubagem PEAD, com código não inferior a IK8 e condutores do Tipo XV (06-1kV) a uma profundidade mínima de 80cm, exceto nas travessias, em que deverá ser de 1m. Assentarão em cama de areia, pelo que deverão ser removidos todos os elementos, pedras ou outros que possam danificar a integridade da canalização. A 20cm do solo será instalada uma fita sinalizadora a indicar a presença de canalizações elétricas. Existiram também canalizações enterradas com cabos armados, pelo que não necessitarão de proteção mecânica adicional.

### 5. Proteção Das Pessoas

---

Nas instalações de utilização deve-se garantir a proteção das pessoas contra choques elétricos. As proteções serão de dois tipos:

- Proteção contra contactos diretos: segundo as regras 412.1 e 412.2 das RTIEBT - proteger as pessoas das partes ativas da instalação através do seu isolamento. Esta proteção considera-se assegurada com o cumprimento das condições técnicas e de segurança estabelecidas no presente projeto ou da respetiva regulamentação nos casos em que o mesmo se revele omissos.
  
- Proteção contra contactos indiretos: segundo as regras 413.1 das RTIEBT – proteger as pessoas em situações em que as massas se encontram acidentalmente sobre tensão. Utilizar-se-á o sistema de proteção sensível à corrente diferencial-residual, constituído pela ligação das massas à terra e o emprego de aparelhos de corte-automático associados, de forma a não se manter em qualquer massa ou elemento condutor estranho à instalação, uma tensão de contacto superior a 50V.

Os aparelhos serão do tipo interruptor ou disjuntor diferencial sensíveis à corrente de defeito de 30mA e 300mA conforme as peças desenhadas.

## **6. Características Dos Materiais**

---

Os materiais a instalar deverão conservar de forma durável as propriedades elétricas, mecânicas, físicas e químicas adequadas as condições a que poderão estar submetidos em condições de funcionamento normal e para condições de funcionamento anormais previstas. Os materiais não deverão, ainda, pelas suas características físicas e químicas, provocar nas instalações danos de qualquer natureza nem causar perturbações em instalações vizinhas.

Deverão ser respeitadas todas as características elétricas, classes de isolamento, índices de proteção IP e IK, calibre, secções e restantes características técnicas indicadas em cada capítulo em questão.

Todos os materiais a utilizar deverão obedecer aos requisitos dos respetivos regulamentos de segurança, RTIEBT, deverão ter marcação CE, obedecer as normas nacionais aplicáveis ou na sua falta às normas CENELEC, CEI. Bem como para os locais com risco de explosão cumprindo a norma EN50018.

## **7. Iluminação Interior**

---

Os aparelhos de iluminação considerados serão indicados em lista anexa.

Na ligação e fixação dos aparelhos de iluminação deve ser verificado o disposto na regra 559.2 das RTIEBT.

Os condutores dos circuitos de iluminação serão no mínimo de 1,5mm<sup>2</sup> de secção.

Os pontos de luz no teto e nas paredes deverão ser concebidos de tal forma que, ao manobrar, não haja risco de contacto com as suas partes ativas.

Os índices de proteção dos aparelhos de iluminação a instalar serão sempre escolhidos de acordo com as influências externas a que vão estar sujeitos.

A corrente estipulada para a aparelhagem de corte e comando é de 10A.

A ligação dos aparelhos de iluminação fixos à parte fixa da canalização que os alimenta deve, em regra, ser feita por meio de dispositivos de ligação adequados.

Os pontos de luz, tipo aplique de parede, por razões estéticas e de segurança devem terminar em “caixas de aplique”.

Nos tetos, para facilitar as ligações de candeeiros e outras luminárias deve-se usar ligadores de aperto automático, sem necessidade de ferramentas.

Nos aparelhos da iluminação normal que são aplicados em tetos falsos, devem ser tomadas medidas para evitar a acumulação das poeiras nas zonas sujeitas a aquecimento, não devendo essas medidas comprometer a refrigeração daqueles aparelhos (regra 801.2.1.5.1.5 das RTIEBT).

Nos tetos falsos os ligadores de derivação deverão estar alojados em caixas que assegurem a sua proteção, de acordo com a classificação do local. Não é permitida a utilização de condutores do tipo de isolamento simples sem proteção mecânica sendo assim usados cabos XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV) na iluminação em tetos falsos.

A repicagem entre aparelhos de iluminação é permitida desde que as luminárias venham equipadas com os ligadores que permitam este tipo de ligação.

Os sensores de movimento caso sejam instalados no exterior para comando de iluminação serão de dupla tecnologia para evitar acionamentos indevidos pela radiação solar e serão escolhidos de acordo com a área de deteção a abranger.

As ligações ou pontos de alimentação de luminárias e candeeiros onde exista a probabilidade do seu alcance por parte de pessoas ou animais devem ser protegidos por meio de barreiras ou invólucros, ou seja, as caixas de aplique cuja altura ao solo permita o fácil acesso por pessoas não qualificadas deverão ser fechadas com tampa própria enquanto não estiver instalado o aparelho que alimentam (412.2 das RTIEBT).

## **8. Iluminação Exterior**

---

No exterior do edifício, serão instalados aparelhos de iluminação, de acordo com as peças desenhadas. O controlo da referida iluminação será garantido por meio de um relógio instalado no quadro comando da iluminação e uma célula fotoelétrica. A célula ordena o acendimento da iluminação e o relógio determina a hora de a desligar. O tipo de armadura bem como as suas características estão definidas na lista de aparelhos de iluminação.

## **9. Iluminação de Sinalização de Segurança**

---

A iluminação de segurança será do tipo B, será composta por blocos autónomos com as seguintes características:

Haverá letreiros de saída em todos os caminhos de evacuação para o exterior, constituídos por aparelhos de iluminação equipados com pelo menos uma lâmpada. Serão equipados com blocos autónomos com uma autonomia de uma hora. Os aparelhos de iluminação considerados serão indicados em lista anexa.

Existirá um dispositivo que coloca os aparelhos em modo de repouso, será instalado no quadro elétrico, de acordo com as peças desenhadas.

De acordo com RTIEBT e as peças desenhadas estes aparelhos de iluminação, deverão ser ligados ao circuito de iluminação “Normal” da Zona.

## 10. Tubagem

---

A tubagem a utilizar nas canalizações elétricas é definida pela Norma NP 1070. Deverá sempre terminar em boquilhas flexíveis ou buçins para tubo em instalação saliente. Os diâmetros da tubagem estão referidos nas respetivas peças desenhadas.

As canalizações embebidas em paredes devem ser sempre estabelecidas em traçados verticais ou horizontais. Apenas são permitidas canalizações em traçados não verticais e horizontais quando embebidas em alvenaria de betão. Não são permitidas diagonais.

Nas instalações embebidas, as condutas de código IK não superior a IK07 (tubo VD) só podem ser instaladas antes da execução dos elementos da construção se não ficarem sujeitas a ações mecânicas importantes durante os trabalhos de construção. As condutas de código IK superior a IK07 (tubos VRM, VRFE, ERE, ERM) podem ser instaladas antes ou depois da execução dos elementos da construção. Nas instalações embebidas, as condutas que sejam propagadoras das chamas (reconhecíveis pela coloração alaranjada) devem ficar completamente envolvidas em materiais incombustíveis.

## 11. Caminho de Cabos

---

Os caminhos de cabos previstos serão do tipo varão electrosoldado em galvanizado. Nos caminhos de cabos existirá ligação á terra de proteção.

Todos os acessórios a aplicar deverão ter tratamento anticorrosivo. Deverão também poder suportar uma carga não inferior a 30Kg/m.

Nos caminhos de cabos haverá ligação à terra entre troços dos caminhos de cabos. Todos os acessórios e materiais de fixação dos caminhos de cabos deverão possuir o mesmo tratamento anticorrosivo.

Em paralelo com este caminho de cabos será instalado um caminho de cabos para servir as Instalações ITED.

## 12. Caixas

---

As caixas deverão ter as dimensões internas de 80x80x40mm e constituídas em PVC, para instalação exterior às paredes deverão ter uma espessura mínima de 1,5mm e tampa com junta de borracha apertada com parafusos.

Não serão permitidas ligações entre condutores por meio de torçada de condutores.

As ligações no interior das caixas deverão ser efetuadas por meio de coroa de bornes ou de ligadores rápidos tipo 'wago'.

Nos tetos falsos não acessíveis, não deverão ser instaladas caixas de derivação, sendo as canalizações constituídas por condutores dentro de tubagem embebida ou fixada para que a resistência mecânica da canalização não seja posta em causa. Sempre que seja necessária a instalação de uma caixa de derivação sob o teto falso, este tem de ter um alçapão que torne a caixa de derivação acessível para manutenção.

Sempre que o cumprimento ou a sinuosidade do traçado possa dificultar o enfiamento dos cabos ou condutores, deverão ser instaladas caixas de passagem, tantas quantas forem necessárias, com características adequadas ao local ou serão instaladas.

Serão instaladas de acordo com as peças desenhadas caixas de chão de acordo com a norma EN60670-1, resistentes ao esmagamento da tampa (3000N), com resistência à tração dos suportes de aparelhagem de acordo com a norma EN50085-1, com capacidade para 4 tomadas elétricas e 4 tomadas de rede (da legrand ou equivalente).



## 13. Aparelhagem Elétrica

---

A aparelhagem de comando a instalar, será de acordo com a classificação do ambiente e influências externas.

A aparelhagem de comando da iluminação será encastrada em caixas de aparelhagem instalada à cota de 1,10m acima do pavimento.

As fichas e tomadas devem obedecer às disposições impostas pelas regras 555.1 das RTIEBT bem como à norma NP 1260 no caso de fichas e tomadas para usos domésticos e à norma EN 60309 no caso de fichas e tomadas de corrente para usos industriais.

As ligações por meio de fichas e de tomadas devem ser feitas para que as tomadas fiquem do lado da alimentação (evitando-se, assim, que os pernos das fichas fiquem em tensão quando acessíveis).

As fichas e as tomadas devem ser selecionadas para que seja impossível tocar nas suas partes ativas nuas (quando em tensão), quer a ficha esteja totalmente introduzida na tomada quer não.

As tomadas instaladas no pavimento devem ter índices de proteção mínimos IP24 (salvo contrario na tabela de classificação) e IK07.

Nas zonas com classificação BA2 (zonas onde possam permanecer crianças), as tomadas deverão ser instaladas a uma cota de 1,5m (salvo aquelas que estão marcadas a alturas superiores).

A repicagem será feita nas tomadas desde que os ligadores que as equipam sejam adequados.

Todas as tomadas terão de ter contacto de terra e serão equipadas com obturadores (alvéolos protegidos).

## 14. Quadros Elétricos

---

Pelas RTIEBT os quadros elétricos são considerados conjuntos de aparelhagem. Se estes não forem construídos em fábrica e não cumprirem a norma EN 61439 deve-se verificar o disposto nas secções 558.2 a 558.6 das RTIEBT.

Os materiais não devem ser inflamáveis e devem suportar as solicitações de serviço a que vão estar sujeitos tais como ações mecânicas, humidades e calor.

A montagem dos equipamentos deve ser executada de acordo com as indicações do fabricante garantindo sempre a proteção dos condutores contra sobreintensidades e evitando que os isolamentos possam sofrer dano com arestas vivas, movimento de tampas ou vibrações.

Terá de ser feita uma marcação clara e inequívoca entre todo o equipamento (dispositivos de proteção, aparelhagem, barramentos, réguas de terminais, etc.) e o respetivo circuito (regra 558.6.2 das RTIEBT).

Os quadros elétricos serão instalados em locais de fácil acessibilidade para comando dos aparelhos neles instalados.

A aparelhagem de proteção terá um poder de corte de 10KA no quadro de entrada e 6kA nos restantes.

O invólucro dos quadros elétricos será da classe II de isolamento e terá os índices de proteção concordantes com as influências externas de cada local.

Os quadros deverão ser dotados de uma porta interior com rasgos para encastrar a aparelhagem e uma porta exterior normal equipada com fechadura.

Não serão permitidas aberturas nos quadros por serragem ou outro método.

O acesso a todos os componentes para manobra e manutenção só poderá ser feito pela parte frontal do quadro.

A entrada de cabos e tubos deverá ser feita por meio de buçins ou boquilhas com contraporcas ou ainda com batentes de acordo com a canalização.

Os Barramentos dos quadros elétricos, deverão ter secções adequadas às intensidades que neles circulam, de modo que a densidade de corrente que os percorre, não ultrapasse os 2A/mm<sup>2</sup>.

De uma forma geral deverão ser utilizadas as seguintes secções de condutores na interligação do interruptor de corte e o respetivo barramento:

- $I_n - 20 \text{ A} - 4\text{mm}^2$
- $I_n - 25 \text{ A} - 6\text{mm}^2$
- $I_n - 40 \text{ A} - 10\text{mm}^2$
- $I_n - 63 \text{ A} - 16\text{mm}^2$

Na zona técnica, não existirão equipamentos que possam causar perigo, em caso de avaria ou defeito dos mesmos. Pelo que não se aplicará a regra 801.4.3.1 das RTIEBT.

Com exceção dos quadros destinados a aplicações específicas, os quadros podem ser instalados, nos locais acessíveis ao público e nos caminhos de evacuação, desde que satisfaçam a uma das condições seguintes:

- a) Os quadros de potência estipulada não superior a 40kVA sejam protegidos por meio de um invólucro que satisfaça ao ensaio do fio incandescente para uma temperatura de 750°C, com um tempo de extinção das chamas, após retirada do fio incandescente, não superior a 5 segundos;
- b) Os quadros de potência estipulada superior a 40 kVA e não superior a 100 kVA sejam protegidos por meio de um invólucro metálico; no entanto, o invólucro pode não ser metálico se tanto ele como os invólucros da aparelhagem (incluindo os ligadores de saída) satisfizerem às condições indicadas na alínea a);
- c) Os quadros de potência estipulada superior a 100 kVA satisfaçam a uma das condições seguintes:
  - Sejam protegidos por um armário cujas paredes e portas sejam em materiais da classe de reação ao fogo M0 (com exceção do vidro);

- Sejam embebidos na alvenaria em nichos dotados de portas da classe de resistência ao fogo PC30 e ventilados, quando tal for tecnicamente necessário, através de grelhas do tipo «labirinto».

## 15. Gerador

---

Está previsto a colocação de um gerador para alimentação do quadro de segurança que por sua vez alimenta os dois quadros de desenfumagem e os sistemas de bombagem para os sistemas SCIE.

O mesmo será da marca Perkins com 45kVA modelo 1103A-33TG1 ou equivalente e terá de estar equipado, na parte elétrica com:

- Painel elétrico de controlo, potência com aparelhos de medição e central de controlo de acordo com as necessidades
- Carregador de baterias
- Betoneira de paragem de emergência.

A instalação do gerador será efetuada em local próprio, ventilado naturalmente, a porta será do género da apresentada nos desenhos.

## 15.1. Dados técnicos do grupo eletrogéneo

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS		
POTÊNCIA EM EMERGÊNCIA (STP) KVA/KW	45	36
POTÊNCIA EM CONTÍNUO (PRP) (KVA/KW)	40	32
POTÊNCIA EM CONTÍNUO (COP) (KVA/KW)		
MOTOR	PERKINS	1103A-33TG1
ALTERNADOR	STAMFORD	PI144J
COS(θ)	0,8	
DISJUNTOR (A)	63	
PAINEL DE CONTROLO	AUTOMÁTICO	
CONTROLADOR	DEEP SEA 4520	

DIMENSÕES (mm) PESO (Kg)					
REF INSONORIZADOS			G0045PKSTCA5T4000		
X	Y	Z	PESO	AUTONOMIA 75% (H)	DEPÓSITO (lts)
1950	800	1110	922	5,5	45
REF ABERTO			G0045PKSTAA5T4000		
X	Y	Z	PESO	AUTONOMIA 75% (H)	DEPÓSITO (lts)
1700	750	1110	722	18,3	150

## 15.2. Motor diesel

### ESPECIFICAÇÕES DO MOTOR

ESPECIFICAÇÕES GERAIS	
FABRICANTE	PERKINS
MODELO	1103A-33TG1
EMISSIONES	Não satisfaz 97/68/EC
METODO OPERATIVO	4 TEMPOS DIESEL
TIPO DE MOTOR	DIESEL
REFRIGERAÇÃO	CIRCUITO FECHADO DE ÁGUA / ANTICONGELANTE
MÉTODO DE ASPIRAÇÃO	TURBO
CILINDROS	3 EM LINHA
DIÂMETRO (mm)	105
CURSO (mm)	127
CILINDRADA(lts)	3,30
REGULAÇÃO	MECÂNICA
VELOCIDADE DE ROTAÇÃO	1.500
POTÊNCIA BRUTA PRP (KWm)	42
POTÊNCIA BRUTA STP ( KWm)	47
VELOCIDADE DO PISTÃO (m/s)	6,4
RELAÇÃO DE COMPRESSÃO(KPa)	17.25:1
POTÊNCIA LIQUIDA PRP ( KWm)	41,3
POTÊNCIA LIQUIDA STP ( KWm)	46
BMEP (KPa) STP	1128
BMEP (KPa) PRP	1023
PERDAS NO VENTILADOR CONSUMO (kW)	1

CONSUMO (lts/h)		
CARGA	lts/h	grKw/h
STP 100 % DA CARGA	12,0	9,841
PRP	100 % DA CARGA	8,7
	75 % DA CARGA	6,8
	50 % DA CARGA	4,5
ÓLEO (% COMBUSTIVEL)	0,15	

CONDIÇÕES DE REFERENCIA	
TEMPERATURA (°C)	40
ALTITUDE(m)	400

CAPACIDADES	
ÓLEO (lts)	8,3
REFRIGERAÇÃO (lts)	10,2

SISTEMAS DE ARRANQUE	
TENSÃO (V)	12
POTÊNCIA ( KW)	3
BATERIA (A/h):	

### 15.3. Alternador

#### ESPECIFICAÇÕES DO ALTERNADOR

ESPECIFICAÇÕES GERAIS		
FABRICANTE	STAMFORD	
MODELO	PI144J	
TENSÃO (V)	400/230	
NÚMERO DE FASES	3	
PROTECÇÃO	IP 23	
ISOLAMENTO	H	
AQUECIMENTO	H	
RENDIMENTO (PRP)/STP	87,60%	86,70%
TIF	<50	
THF	<2%	
ACOPLAMENTO	SEMI-FLEXÍVEL	
SUPORTE	1 ROLAMENTO	
INTERFERÊNCIAS	BS EN 61000-6-2 ,6-4,VDE 0875G, 0875N	
DISTORÇÃO DE ONDA SEM CARGA	< 1,5%	
DISTORÇÃO DE ONDA COM CARGA EQUILIBRADA	< 5%	
Nº ENROLAMENTOS	12	

POTÊNCIA		
POTÊNCIA CONTÍNUA (PRP) KVA		40
POTÊNCIA EM EMERGÊNCIA (STP) KVA		45
SÍNCRONA LONGITUDINAL	Xd	1,73
TRANSITÓRIA LONGITUDINAL	X'd	0,16
SUB-TRANSITÓRIA LONGITUDINAL	X''d	0,12
OUTRAS CARACTERÍSTICAS		
REGULADOR		AS480
MARGEM DE REGULAÇÃO		± 1.0 %
EXCITAÇÃO		AUTOEX./ (EBS Opt.)
CURTO-CIRCUITO		1/Xd

#### 15.4. Reservatório de Combustível

De preferência instalado na proximidade do motor e colocado sobre uma tina de retenção de gasóleo, no mínimo para 8 horas de trabalho à plena carga, sendo que este deverá ser de 150 lts.

Este tanque deverá possuir indicador de nível bem como dispositivos magnéticos indicativos à distância de nível baixo e nível alto de gasóleo.

#### 15.5. Condutas De Exaustão

Os gases de combustão deverão ser evacuados diretamente para o exterior e não podem, em circunstância alguma, expandir-se para os locais acessíveis a pessoas e para os caminhos de evacuação;

As condutas de evacuação dos gases de combustão devem ser estanques, construídas em materiais incombustíveis (da classe de reação ao fogo M0), devendo também ser considerada a classe corta-fogo;

Na definição do percurso das condutas deverá ter-se em conta a elevada temperatura desses gases, por forma a evitar não só os perigos de incêndio, como também as elevações anormais da temperatura e os danos nos locais atravessados pelas condutas;

A secção das condutas, o seu percurso e os dispositivos nelas incorporados devem permitir o funcionamento normal dos grupos à sua potência estipulada;

## **15.6. Eléktrodo**

Como as zonas profundas do solo são aquelas que, pelo seu teor de humidade, garantem uma melhor condutibilidade e consequentemente conduzem a valores mais baixos de resistência de terra utilizar-se-ão eléctrodo de terra sob a forma de varetas, de cobre, com comprimento de 2m e em número suficiente de modo a garantir uma baixa resistência de terra, de acordo com o ponto anterior, tanto para a terra de protecção como para a terra de serviço.

As varetas ficarão enterradas verticalmente no solo, a uma profundidade tal que, entre a superfície do solo e a parte superior do eléctrodo haja uma distância mínima de 0,80m.

As varetas devem possuir, na sua parte inferior e superior, dispositivos que facilitem o seu enterramento sem as danificar.

Os condutores de terra devem ser isolados desde a superfície do terreno até à profundidade de 0,60m. Deve também tornar-se o solo isolante, nesse local, através da aplicação de uma camada de gravilha.

## **15.7. Sala Técnica Do Gerador**

### **15.7.1. Iluminação de Segurança**

Junto do comando manual do bloco autónomo, será colocado um aviso, chamando a atenção para a necessidade de colocar o bloco autónomo local no estado de vigilância quando se aceder à sala e de o colocar no estado de repouso antes de abandonar a sala.



## 16. Ligações Equipotenciais

---

Deverão ser ligadas à terra de proteção todas as massas metálicas da instalação, nomeadamente, os caminhos de cabos, e estrutura metálica (Vigas Metálicas), e todas as restantes massas metálicas. No caso de caminho de cabos, estruturas e massas metálicas A ligação equipotencial será executada por meio de condutor do tipo H07V-U 1G4mm<sup>2</sup> protegido mecanicamente por meio de tubo VD20.

**Nas casas de banho, deve ser feita uma ligação equipotencial suplementar que interligue todos os elementos condutores existentes nos volumes 0, 1, 2 e 3 com os condutores de proteção dos equipamentos colocados nesses volumes.**

A ligação equipotencial suplementar tem por fim a equipotencialização de todos os elementos condutores da casa de banho e a limitação da tensão de contacto a um valor não perigoso, tendo em conta as condições particulares, nas quais se encontram as pessoas (condição de influências externas BB3). Esta ligação deve ser ligada ao condutor de proteção do circuito que alimenta a casa de banho.

**A ligação equipotencial deve ser feita por um dos meios seguintes:**

- a) um condutor de 2,5mm<sup>2</sup> de secção, no caso de condutores protegidos mecanicamente (isto é, colocado em condutas ou em calhas isolantes)
- b) ou de 4mm<sup>2</sup>, se não for protegido mecanicamente e se for fixado diretamente aos elementos da construção (por exemplo, fixado por cima dos rodapés);

**Elementos condutores a ligar à ligação equipotencial**

Todos os elementos condutores, com exceção dos de reduzidas dimensões e que não apresentem riscos de ficarem a um potencial diferente do da ligação equipotencial, devem, em regra, ser ligados à ligação equipotencial, nomeadamente:

- a) as canalizações metálicas de água quente, de água fria, de ventilação e de esgoto; não é necessário shuntar os elementos de ligação roscados das canalizações metálicas de água montados à vista, dado que a rosca garante uma

continuidade suficiente, ainda que sejam dotados de vedantes isolantes (fitas, colas, estopa, etc.);

- b) o corpo dos aparelhos sanitários metálicos (corpo das banheiras, por exemplo, no ligador de equipotencialidade ou, quando este não existir, num dos parafusos de fixação de um pé) e o tubo de escoamento ou o sifão, se metálicos;
- c) todos os restantes elementos condutores, com exceção dos que estejam isolados dos elementos da construção (os aros metálicos das portas e das janelas devem ser ligados à ligação equipotencial, dado que podem estar em contacto com elementos metálicos da construção como, por exemplo, as armaduras do betão); no caso dos radiadores do aquecimento central ou de outros elementos aquecedores, é suficiente ligar uma das canalizações de entrada ou de saída.

Devem ser ligadas à ligação equipotencial da casa de banho as aberturas de ventilação mecânica, quando estas, bem como a conduta que as servem, forem metálicas (quando as aberturas de ventilação forem em material isolante, a conduta, se metálica, deve ser ligada à ligação equipotencial); esta ligação pode ser realizada na conduta principal de ventilação ainda que o ponto de ligação seja inacessível; a continuidade da ligação equipotencial pode ser verificada por meio de uma medição feita entre a ligação equipotencial propriamente dita e a parte acessível daquela conduta.

**Não é necessário ligar os equipamentos metálicos não elétricos, tais como:**

- a) Os toalheiros, dado que estes não são suscetíveis de ficarem a um potencial diferente do dos outros elementos condutores; no caso de os elementos de aquecimento elétrico serem da classe II, as suas massas não devem ser ligadas ao condutor de proteção e, consequentemente, à ligação equipotencial.
- b) As grelhas metálicas de ventilação natural não devem ser ligadas à ligação equipotencial, dado que não são suscetíveis de fiarem a um potencial diferente do dos outros elementos condutores.
- c) Os radiadores do aquecimento central, bem como as respetivas válvulas, que sejam ligados por meio de canalizações isolantes não necessitam de serem ligados à ligação equipotencial.

**Não devem ser ligadas à ligação equipotencial principal as aberturas de ventilação nem as respetivas condutas nos casos seguintes:**

- a) as aberturas de ventilação se encontrarem completamente fora do volume 2 e a uma altura não inferior a 2,00 m acima do pavimento acabado;
- b) as aberturas de ventilação estiverem separadas das respetivas condutas por meio de um elemento isolante fixo com um comprimento não inferior a 0,03 m (o elemento isolante deve ser ensaiado através da aplicação de uma tensão de 1.500V durante 1 min);
- c) a conduta principal de ventilação for em material não condutor (como, por exemplo, condutas plásticas), seja qual for a natureza da ligação e da abertura de ventilação.

## 17. Terra De Proteção e PÁRA-RAIOS

---

A terra de proteção deverá ser realizada de acordo com a secção 542 das RTIEBT. Prevê-se um terminal principal de terra ao qual serão ligados os condutores de proteção.

### 17.1. Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas Diretas

#### 17.1.1. Captores

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas diretas será constituído por um para-raios ionizante do tipo *IONIFLASH CONNECT* (1001E), com tempo de avanço à ignição de 60  $\mu$ s, testado até 200kA (na onda 10/350 $\mu$ s). O Sistema deverá incluir sistema de teste eletrónico com comunicação bidirecional, via Bluetooth através de *smartphone* e controlo remoto de radiofrequência até 60m permitindo assim o cumprimento do procedimento de verificação da NP4426:2013. O captor deverá ser constituído em aço inox 316L e o dispositivo de teste deverá garantir um IP 66. Todo o sistema de teste deverá estar provido de cabo com proteção contra os raios UV.

O elemento captor será instalado em mastros de extensão com uma altura total de 5,8m (1003D+1003A+1003B) por forma a garantir os raios de proteção representados nas peças desenhadas. Os mastros serão fixos em fixações murais (1004D) totalmente em aço inox.

O elemento captor permitirá raios de proteção de 32m, 48m, 65m e 79m para alturas uteis de 2m, 3m, 4m e 5m respetivamente tendo em conta o nível de **proteção I**.

### 17.1.2. Prumadas

O traçado das prumadas dos condutores de descarga deverá ser o mais retilíneo possível evitando-se ao máximo o aparecimento de ângulos ou curvas pronunciadas entre o elemento captor e as ligações à terra previstas.

Serão realizadas duas baixadas de acordo com a norma NP4426. Será utilizado condutor plano 30x2mm (3003A) em cobre revestido com uma camada de estanho, a este será interligado com o sistema de para raios por meio de uma abraçadeira (1003M) em aço inox. Para fixação do condutor na cobertura, serão utilizados blocos de betão (2009A) a uma razão de 2 fixações por metro linear de condutor. O condutor de baixada será fixo por abraçadeira para condutor plano 30x2mm (2001B) em aço inox a uma razão de 3 fixações por metro linear de condutor. Nos locais assinalados das peças desenhadas o condutor será embebido e será protegido por tubo não propagador de chama.

Será instalado em cada prumada a 2,10m do pavimento um ligador amovível em aço inox (2022A) como ponto de medição da resistência de terra, lateralmente a este será colocada uma placa em polietileno com inscrição “PARA-RAIOS”, o símbolo eletrotécnico de terra e campos para marcação da data de instalação e próxima manutenção.

Com vista ao cumprimento da periodicidade de manutenção de acordo com as recomendações da NP 4426, em uma das baixadas do para-raios, será instalado um contador de descargas inteligente *IFlash Report* (2021C) com comunicação *Bluetooth* e aplicação para *smartphone* que possibilita o acesso aos dados registados. Com capacidade de registo da data, hora e valor de corrente das descargas atmosféricas, autoteste e controlo de manutenção do sistema, de acordo com o nível de proteção definido para a instalação. Testado de acordo com as recomendações da EN 50164-6 (IEC 62561)

Cada baixada será protegida mecanicamente por uma calha com 2m em aço inox (2023B) rasgada longitudinalmente.

### **17.1.3. Eléctrodo de Terra do Para-raios**

Será instalado um eléctrodo de terra por baixada a uma profundidade não inferior a 0,8m.

Estes serão do tipo pata de galo constituídos por três piquetes, L2m Ø5/8”, em aço com um revestimento de cobre eletrolítico de 250µm (4001Q) colocado sobre uma camada de níquel.

Em cada eléctrodo de terra será instalada uma caixa de visita em plástico 285x240x205mm (4005A) com uma barra coletora em cobre (4022A) para as várias ligações, nomeadamente, o condutor de baixada, varetas e interligação à rede de terras do edifício.

Para orientação das varetas serão instaladas patas de galo constituídas por troços de condutor plano 30x2mm em cobre revestido com uma camada de estanho (3003A). Com vista a se obter melhores valores de terra, será instalado um eléctrodo de grafite (4001J) em cada um dos eléctrodos de terra do para-raios.

Todas as ligações não visitáveis serão feitas por soldaduras aluminotérmicas do tipo *CADWELD*.

Após a instalação dos eléctrodos deverá ser medido o valor de cada resistência de terra independente da ligação com a terra de proteção. Se estes apresentarem um valor superior a 10Ω, os eléctrodos deverão ser reforçados com a colocação de mais varetas em profundidade juntamente com um produto melhorador de terras (163670).

### **17.1.4. Rede de Terras**

O edifício terá o seu próprio anel de terra instalado a uma profundidade de 0,8m e constituído por condutor plano 30x3mm (3005E) em aço com um revestimento em cobre eletrolítico de 500g/m<sup>2</sup> (≈70µm) colocado sobre uma camada de níquel, fabricado e testado segundo os parâmetros requisitos da IEC62305 Da rede de terras derivarão ligações equipotenciais (4030A) para ligação com o ferro dos pilares e estruturas metálicas da construção dos edifícios.

Como reforço da rede de terras serão instalados piquetes, L2m Ø5/8", em aço com um revestimento de cobre eletrolítico de 250µm (4001Q) colocado sobre uma camada de níquel.

Junto ao QGBT, será instalada uma barra coletora em cobre (4011D) como terminal principal de terra e outra como terra de serviço da instalação.

Todas as ligações não visitáveis serão feitas por soldaduras aluminotérmicas do tipo *CADWELD*.

No exterior será instalado um ligador amovível de terra que permitirá a medição do valor da resistência de terra do eletrodo de terra das massas segundo a regra 542.4.2 das RTIEBT.

#### **17.1.5. Descarregadores de Sobretensão**

As sobretensões de origem atmosférica ou não, ao propagarem-se não devem penetrar no interior das instalações a proteger, salvaguardando-se os bens neles existentes, que de outra forma seriam suscetíveis de avaria e da consequente indisponibilidade de funcionamento.

Todas as canalizações metálicas e cabos elétricos com bainhas ou armaduras metálicas que penetrem no edifício devem ser equipotencializados, por meio de ligações à barra coletora de terra geral, a qual estará ligada ao eletrodo de terra.

Não podendo os condutores ativos dos circuitos de entrada ser ligados diretamente à terra de proteção, devem sê-lo através de descarregadores de sobretensão ou dos cabos elétricos, ser efetuadas nos quadros elétricos principais. Assim, considera-se a instalação de DST's de:

- DS254VG-300/G: Proteção Grossa (Classe B – Tipo 1+2) para o escorvamento de correntes de choque de 25KA por polo na forma de onda de corrente 10/350µs em sistemas TT e TN-S. Para instalação no QGBT e Quadro Paralelo;
- DS44VG-230/G: Proteção Média (Tipo 2) para o escorvamento de correntes até 40KA ( $I_{max}$ ) por polo na forma de onda de corrente 8/20µs em sistemas TT e

TN-S. Para instalação em quadros parciais que derivam diretamente do quadro principal e partilham o mesmo sistema de terras;

- DS14-230/G: Proteção Fina (Tipo 3) para o escorvamento de correntes até 10KA ( $I_{max}$ ) por polo na forma de onda de corrente 8/20 $\mu$ s em sistemas TT e TN-S. Para instalação em quadros finais que derivam diretamente dos quadros parciais protegidos por DS44S e partilham o mesmo sistema de terras;

**A resistência de terra, não deverá ser superior a 10 Ohm nas condições mais desfavoráveis.**



## 18. Descrição dos Aparelhos de Iluminação.

---

F1 – Armadura de instalação embebida, com refletores parabólicos em alumínio anodizado semi-especular de alto rendimento, com elevado coeficiente de reflexão e sem irisação e uma lâmpada 39W T5/G5, modelo GZX 01 139 BE da EEE ou equivalente. Classe I IP20.

F2 – *Downlight* de encastrar com vidro, com refletores injetado em nylon 6.6 V0, com acabamento metalizado, vidro plano temperado transparente e uma lâmpada 18W TC-DEL/G24q-2, modelo DKV201\_01\_118\_BE da EEE ou equivalente, Classe I IP20.

F3 – Luminária quadrada estanque LED, com luminária direta de luz, base da luminária executada em policarbonato de cor branca, junta vedante, para garantir estanquicidade e lâmpada LED, modelo GSLD 01 04044-01 DE, da EEE ou equivalente IP 54.

F4 - Luminária de encastrar estanque, corpo executado em chapa de zinco, com tratamento prévio anticorrosivo de alta qualidade, corpo com Termo lacagem electrostática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Aro em perfil de alumínio extrudido e anodizado, junta vedante, para garantir estanquicidade. Luminária com sistema de fixação ao teto falso com duas lâmpadas de 58W T8/G13 modelo HRCP 06 258 BE da EEE ou equivalente, IP 65

F5 – *Downlight* de encastrar com LED, com emissão direta de luz, Corpo em alumínio injetado, com Termo lacagem electrostática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Luminária com sistema de fixação ao teto falso. Refletor facetado em alumínio especular. Luminária com sistema de fixação ao teto falso. Com lâmpada LED, modelo RML400 01 02024-03 DE, da EEE ou equivalente IP44\_IP23

F6 – Armadura de instalação embebida, com refletores parabólicos em alumínio anodizado semi-especular de alto rendimento, com elevado coeficiente de reflexão e sem irisação e uma lâmpada 49W T5/G5, modelo GZX 01 149 BE da EEE ou equivalente. Classe I IP20.

F7 – Luminária tipo régua para cruzamento de lâmpadas, com emissão direta de luz, Corpo executado em chapa de aço macio com tratamento prévio anticorrosivo de alta qualidade. corpo com Termo lacagem eletrostática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Sistema de fixação rápida, uma lâmpada de 28W T5/G5 modelo TS 03 128 BE, da EEE ou equivalente IP 20.

F8 – MHPD 06 158 Luminária saliente estanque, ref. MHPD da EEE ou equivalente. Refletor interior em chapa de aço macio com tratamento prévio anticorrosivo de alta qualidade e Termo lacagem electroestática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Difusor acrílico injetado, com IP 65 e IK06.

F9 - MHPD 06 236 Luminária saliente estanque, ref. MHPD da EEE ou equivalente. Refletor interior em chapa de aço macio com tratamento prévio anticorrosivo de alta qualidade e Termo lacagem electroestática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Difusor acrílico injetado, com IP65 e IK06.

F10 – Luminária de encastrar com LED, com emissão direta da luz. Corpo executado em chapa de aço macio com tratamento prévio anticorrosivo de alta qualidade, corpo com Termo lacagem eletrostática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Luminária com sistema de fixação ao teto falso., TRLC 04 06034-02 DE, 4x7W da EEE ou equivalente, IP20.

F11 – Luminária tipo régua para cruzamento de lâmpadas, com emissão direta de luz, Corpo executado em chapa de aço macio com tratamento prévio anticorrosivo de alta qualidade. corpo com Termo lacagem electrostática em resina epóxi-poliéster de cor branca, com aditivo contra o envelhecimento provocado pela radiação U.V. Sistema de fixação rápida, uma lâmpada de 21W T5/G5 modelo TS 03 128 BE, da EEE ou equivalente IP 20.

F12 – Projetor de encastrar no solo, com emissão indireta de luz, corpo em perfil de alumínio extrudido e anodizado, junta vedante, para garantir estanquicidade. Aro em aço inox, luminária fornecida com caixa de encastramento, uma lâmpada 13W TC-DEL/G24q-1 modelo PSRK211 01 113 BE, da EEE ou equivalente, IP 67.

F13 - A luminária GLOBO, desenvolvida com um sentido decorativo, oferece uma ampla diversidade de soluções permitindo um enquadramento ideal para zonas urbanas e centros históricos. Preparada tanto para a tecnologia Convencional como para a tecnologia LED 40W, é constituída por difusor de forma esférica, Termo formado numa única peça de Ø 300 mm(\*) em policarbonato de cristal texturado(\*), protegido contra o envelhecimento por ação dos raios U.V., com grelha anti encandeamento(\*) e por base em policarbonato injetado(\*) pintado em cor RAL9005. Da marca Soneres ou equivalente, IP 55.

F14 – Luminária de aplicação suspensa com design minimalista e moderno, com distribuição luz direta/indireta (LD/LI) em simultâneo, contribui para a perceção da maior dimensão aparente do espaço onde está instalada, corpo construído em alumínio, com difusor opalino 050 para garantir uma excelente homogeneidade de luz, disponível em cinco tamanhos.

- Inclui conjunto de acessórios de fixação;

- O acesso para manutenção das lâmpadas é facilitado pelo sistema construtivo da luminária, marca Climar ou equivalente., com IP 40

E1 - Armadura de iluminação de segurança, permanente, de montagem saliente equipada com lâmpada de 8W, Classe II IP 65 modelo STAR IP65 8W M 3H TC ou equivalente, com todos os acessórios e pictogramas necessários.

E2 - Armadura de iluminação de segurança, não permanente, de montagem saliente equipada com lâmpada de 8W, Classe II IP 65 modelo STAR IP65 8W M 3H TC ou equivalente, com todos os acessórios e pictogramas necessários.

## **19. Sistema de sinalização horária**

---

O sistema de distribuição horária será baseado na mais recente emissão codificada de sinal, ou seja, no mesmo par de condutores é transportado o sinal e também a alimentação, não sendo necessário assim qualquer fonte de energia auxiliar aos relógios secundários da instalação, fazendo o acerto automático dos mesmos independentemente do posicionamento dos ponteiros. O servidor de informação horária para além do controle dos relógios terá as seguintes funções adicionais:

·Sincronização dos equipamentos e sistemas interligados na rede informática TCP/IP através do servidor NTP integrado no relógio-mãe, nomeadamente:

-Sistema de controlo de acessos

-Sistema de gestão de tempos

-Servidores e PC's

-Relógios ligados diretamente à rede Ethernet

Distribuição de informação horária (tempo e data) aos relógios analógicos e/ou digitais, assegurando o acerto automático.

Saída de sincronismo para expansão futura (relógios “wireless”, por exemplo).

Comando dos toques de campainhas e outras funções de comutação no tempo, através de relés remotos instalados nos quadros de bloco (comando de toques nos diferentes edifícios).

- Receção GPS para sincronismo da base de tempo interna.

O servidor de informação horária integrará um relógio astronómico para cálculo do nascimento e ocaso do Sol de forma a poder comandar a iluminação exterior por meio de relés remotos.

Atendendo a que se trata de um edifício escolar, as emissões de sinais de Radiofrequência (RF) deverão ser extraordinariamente baixas, sendo para isso utilizada uma portadora de 50 Hz, através de 2 pares de condutores de baixa tensão, sem polaridade e sem necessidade de blindagem.

Para melhor deteção de curto-circuitos numa linha é aconselhável não sobrecarregar os equipamentos na linha. Assim, o servidor de informação horária será para montagem em bastidor, equipada com 1 linha independente de distribuição horária com capacidade para 50 dispositivos (relógios e unidades remotas de relés), com reserva de marcha incorporada, mantendo o relógio interno em funcionamento, e em memória a hora e a data do corte de energia, acertando automaticamente todos os relógios após o retorno da alimentação.

Poderão também ser executados até um máximo de 64 comandos, ordens de comutação a partir do servidor de informação horária através de *software*, sendo os programas de comutação elaborados via PC.

Modelo de referência –DTS 4801 (Infocontrol ou equivalente )

### **19.1. Módulos de relés KR 461**

Para o circuito das campainhas, e com a finalidade de não só isolar sectorialmente os vários blocos ou pisos, como também possibilitar futuramente toques diferenciados, foram considerados relés de comando às campainhas modelo KR, equipados com 1 relé livre de potencial, de 1250 VA, alimentado pelo quadro de bloco, evitando desta forma

a passagem de correntes fortes no caso de um corte sectorial. Associado a cada circuito de relé KR poderão ser interligadas várias campainhas ref. BEL 56.

Modelo de referência –KR 461 (Infocontrol ou equivalente)

## **19.2. Antena**

Com a finalidade de manter não só toda a instalação rigorosamente certa ao longo dos anos como também a interligação a equipamentos informáticos, considerou-se uma antena GPS ligada á central horária que ficará instalada no exterior do edifício.

Modelo de referência –GPS 4500 (Infocontrol ou equivalente)

## **19.3. Relógios analógicos**

Os relógios serão do tipo analógico com diâmetro de 30 cm, de simples face, de acordo com as peças desenhadas. Terão quadrante em plástico branco e caixa exterior metálica na cor antracite (RAL 7016) com vidro mineral de proteção, e quadrante com numeração árabe. Terá movimento recetor MOBALine, com ponteiros de horas e minutos.

Modelo de referência - TRO.30. R1.M40.210.0.P0 ( de 1 face ) - (Infocontrol ou equivalente)

## **19.4. Relógio para cozinha/locais húmidos**

Na cozinha será instalado relógio idêntico aos anteriores, mas com a característica resistente a vapor.

Modelo de referência –FL0.30.R1.M210.0.02 (Infocontrol ou equivalente)

### **19.5. Campainhas para interior**

As campainhas para interior serão na cor cinza, com diâmetro máximo de 154 mm, 230V, 22mA, 100 dB a 1 metro e terão proteção não inferior a IP 42.

Modelo de Referência – *Masterbell* 56-230 (Infocontrol ou equivalente)

### **19.6. Campainhas para o exterior**

As campainhas para exterior serão na cor cinza, com diâmetro máximo de 154mm, 230V, 22mA, 100 dB a 1 metro e terão proteção contra a projeção de água em todas as direções, e um índice de proteção não inferior a IP 44.

Modelo de Referência – *Masterbell* 56-230/66 (Infocontrol ou equivalente)

## 20. Sistema de chamada no WC de mobilidade reduzida:

---

A solução de chamada preconizada assenta num sistema baseado em atuação por relé, com cabos diretos entre o módulo central e o grupo de componentes de WC.

Na receção será instalado o módulo central, onde terá uma sinalização ótica por led e acústica para o WC de mobilidade reduzida. Dado tratar-se de 1 Ws, existirá um único sinalizador. O cancelamento da chamada poderá ser feito a partir da central ou no próprio WC localmente, dependendo da configuração feita por *dipswitch* na central.

Todos os componentes de chamada deste sistema que estejam ligados por cabo ao módulo central deverão dispor de uma luz para ser facilmente visível mesmo sem iluminação. Igualmente deverá ser possível a integração neste sistema de módulos de chamada sem fios.

O sistema deverá estar totalmente conforme com a norma aplicável DIN-VDE 0834 Parte 1 – área de aplicação A. Essa prova de conformidade deverá estar expressa por certificados.

Todos os componentes do sistema, módulo central, módulos de expansão e módulos periféricos de chamada deverão ter membranas que permitam uma fácil limpeza por motivos de higiene.



## 20.1. Módulo central



**Figura 34: módulo central**

Para montagem horizontal em caixa de aparelhagem dupla, com capacidade base para 4 locais de chamada e possibilidade de expansão via módulos de expansão, consistindo em:

Um teclado com membrana com:

- 4 botões de cancelamento incluindo LED's de controlo, com espaço para indicação do local de chamada
- 1 botão de reconhecimento de grupo (som de chamada acústica)
- Configuração via *dipswitchs* com as seguintes funcionalidades:
  - Besouro ligado/desligado,
  - Alteração do som
  - Reativação do som acústico de chamada no caso da chamada não ser cancelada durante 2 minutos
  - Cancelamento de chamada via módulo central ou via botão de cancelamento no local da chamada
  - Potenciómetro para definição do volume do som
  - Besouro eletrónico
  - Saída de contacto seco para indicação de chamada ativa
  - Saída de contacto seco para indicação de falha
  - LED verde para operação ok
  - LED amarelo para falha
  - Terminais de ligação para módulos de expansão e de chamada

Dimensões incluindo painel de cobertura: 160 x 83 x 13 mm (A x L x P) em cor RAL 9010.

## 20.2. Modelo de referência - Schrack VO-BT da Infocontrol ou equivalente.

### 20.2.1. Terminal de chamada e desarme



**Figura 35: terminal de chamada e desarme**

Para montagem embebida na parede e teclas protegidas por membrana, com símbolos e cores intuitivos, constituído por:

- 1 caixa de aparelhagem dupla;
- 1 estrutura plástica (dimensões 160 x 83 x 13mm) em cor RAL9010
- 1 teclado com membrana para operação com 1 botão de chamada (vermelho) e LED de controlo+1 botão de presença/cancelamento de chamada (verde) com LED de controlo
- 1 placa de circuito eletrónica com microcontrolador e FlashPROM
- 1 interface para PC (upload de configuração)
- 2 DIL *switches* para configuração básica e configuração do terminal,
- 1 besouro eletrónico

A este terminal será interligado o módulo de chamada com cordão e o sinalizador ótico/acústico, via terminais sem parafusos.

Este terminal é alimentado a 24Vdc, que irá por sua vez alimentar os módulos periféricos.

### **20.3. Modelo de referência: Schrack STM+H2 da Infocontrol ou equivalente**

#### **20.3.1. Botão de chamada**



**Figura 36: botão de chamada**

Será instalado nos WCs de mobilidade reduzida um botão para ativação da chamada de emergência, a qual será assinalada de forma ótica e acústica através de sinalizador instalado no exterior por cima da porta de entrada. O equipamento será para colocação em caixa de aparelhagem simples fornecida. Este botão de chamada será interligado ao terminal STM.

## **20.4. Modelo referência: Schrack ZT+H1 da Infocontrol ou equivalente**

### **20.4.1. Sinalizador ótico e acústico**



**Figura 37: sinalizador ótico e acústico**

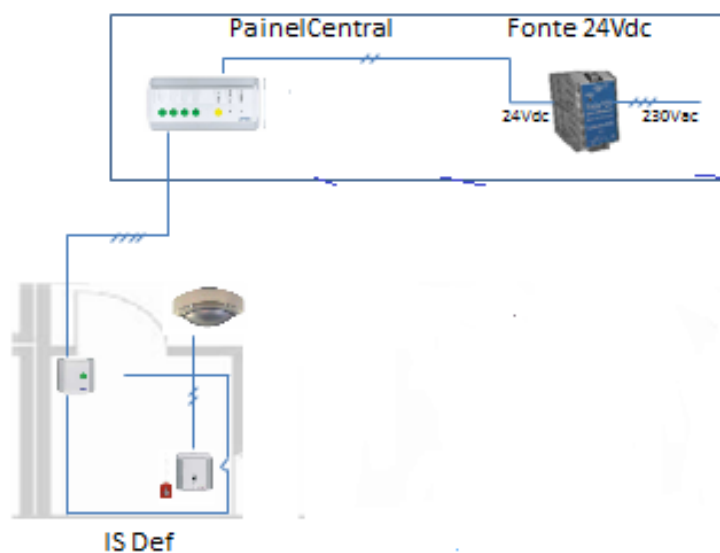
Será colocado por cima da porta dos WC para sinalização ótica e acústica da chamada de emergência, e ativados por botão no seu interior.

## 20.5. Modelo de referência Schrack ORION 1S da Infocontrol ou equivalente

Cabos a utilizar:

- Cabo entre fonte de alimentação 24Vdc e Terminal STM – 2x2 m<sup>2</sup>
- Cabo entre Terminal STM e botão de chamada – 6 x 0,6 m<sup>2</sup>
- Cabo entre Terminal STM e sinalizador – 4 x 0,6 m<sup>2</sup>

### ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO:



Cabos:

- Alimentação – 2x2,5 mm<sup>2</sup>
- Circuito – 4x0,6 mm<sup>2</sup>
- Ligação sinalizador – 2x0,6 mm<sup>2</sup>

**Figura 38: esquema de funcionamento**

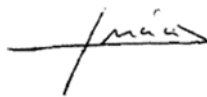
## 21. Considerações Finais

---

Todas as instalações foram projetadas e deverão ser executadas tendo em atenção as Normas Portuguesas em vigor e regulamentos aplicáveis: Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT – portaria 949-A/2006), e Portaria n.º 131/2002 de 9 de Fevereiro deverão obedecer às disposições da Comissão Eletrotécnica Internacional ou à CENELEC. Na execução da instalação e em tudo o que foi omissa dever-se-ão consultar as normas anteriores.

Entroncamento, Abril de 2016

O Engenheiro



---

(C.C. n.º 11917801 válido até 25/05/2019)

## **ANEXOS**

---

Cálculos

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - (potência total)

Circuito			P (activa)	P/S	Q	S	V	Is	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ cabo	ICF (A)	1,15IZ/1,45IZ	Uc
Origem	Destino	L (m)	(W)		(VAR)	(VA)		(A)	Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	(A)			
Q.E.	QEP1	29	18.563,20	1	0	18563	TRIF	26,79	D	32	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	54	41,6	62,1	OK
Q.E.	QEP2	38	9.327,20	1	0	9327	TRIF	13,46	D	20	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	54	26	62,1	OK
Q.E.	QEP3	75	36.385,60	1	0	36386	TRIF	52,52	D	63	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	25	16+16	Cam. Cabos	149	81,9	171,35	OK
Q.E.	QEP0	33	3.652,80	1	0	3653	TRIF	5,27	D	20	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	54	26	62,1	OK
Q.E.	QEP4	120	2.540,80	1	0	2541	TRIF	3,67	D	20	XV-R (06/1KV)	16	16+16	Enterrado	96	26	110,4	OK
Q.E.	QGAVAC	20	46.225,92	1	0	46226	TRIF	66,72	D	80	XG/XZ1(frs,zh) (06/1KV)	35	16+16	Cam. Cabos	185	104	212,75	OK
Q.E.	QSEG	10	3.265,00	1	0	3265	TRIF	4,71	D	40	SZ1(AS+) -R	10	10+10	Cam. Cabos	86	52	98,9	OK
	QE		42.446,00															
	Total		162.406,52															
Contad.	QE	110	146.165,87	1	0	146166	TRIF	210,97	D	250	XV(0,6-1kV)	240	2(120+120)	Enterrado	424	325	487,6	OK

P TOTAL  W      FACTOR SIMULT.   
 Q TOTAL  VAR      ICC BARRAMENTO  KA  
 S TOTAL  VA      S TOT. CORRIGIDO  VA



DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO ENTRADA																
Circuito				P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ cabo
Origem	Destino	L (m)	Equipamento							Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	(A)
ILUMINAÇÃO																
Q.E.	23	107	lioteca+salade informatic	546	1	0	546	MONO	2,37	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	24	88	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	25	105	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	26	113	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	27	118	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	28	125	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	29	127	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	30	119	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	31	113	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	32	103	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	33	99	sala de aula+ed. plastica	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	34	55	lab. de trabalho/arr.mat.lim	252	1	0	252	MONO	1,10	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	38	22	corredor	168	1	0	168	MONO	0,73	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	39	38	corredor	1696	1	0	1696	MONO	7,37	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	40	49	corredor	1512	1	0	1512	MONO	6,57	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	41	54	corredor	224	1	0	224	MONO	0,97	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	42	8	corredor	165	1	0	165	MONO	0,72	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	43	30	corredor	84	1	0	84	MONO	0,37	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	44	30	corredor	1260	1	0	1260	MONO	5,48	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	45	101	exterior	330	1	0	330	MONO	1,43	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	46	123	exterior	140	1	0	140	MONO	0,61	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	47	77	exterior	140	1	0	140	MONO	0,61	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	48	58	exterior	140	1	0	140	MONO	0,61	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	49	44	exterior	280	1	0	280	MONO	1,22	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	50	55	exterior	220	1	0	220	MONO	0,96	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	51	84	exterior	140	1	0	140	MONO	0,61	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18
Q.E.	52	79	exterior	275	1	0	275	MONO	1,20	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18

# Projeto e Certificação Energética

Q.E.	53	60	exterior recreio	232	1	0	232	MONO	1,01	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18	13
Q.E.	54	55	exterior	550	1	0	550	MONO	2,39	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18	13
Q.E.	55	80	exterior entrada	220	1	0	220	MONO	0,96	D	10	VV/XV (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18	13
Q.E.	59	20	Sala Tecnica	252	1	0	252	MONO	1,10	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam. Cabos	18	13
TOMADAS																	
Q.E.	9	35	ab. Técnico/posto seguranç	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	10	58	Gab. Trabalho	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	11	91	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	12	84	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	13	78	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	14	71	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	15	64	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	16	89	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	17	82	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	18	75	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	19	68	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	20	62	Sala Aula	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	21	47	Biblioteca PCs	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	22	51	Biblioteca	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	47	30	Retentor de Porta	100	1	0	100	MONO	0,43	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,6	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	48	75	Retentor de Porta	100	1	0	100	MONO	0,43	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,7	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	49	40	Retentor de Porta	100	1	0	100	MONO	0,43	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,8	Cam.Cabos	24	20,8
Q.E.	50	15	Retentor de Porta	100	1	0	100	MONO	0,43	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,9	Cam.Cabos	24	20,8
ALIMENTAÇÃO																	
Q.E.	QGAVAC	5	Alimentação	46.225,92	1	0	46226	TRIF	66,72	D	80	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	35	16+16	Cam. Cabos	169	104
Q.E.	QEP0	33	Alimentação	3.652,80	1	0	3653	TRIF	5,27	D	20	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	43	26
Q.E.	QEP1	29	Alimentação	18.563,20	1	0	18563	TRIF	26,79	D	32	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	43	41,6
Q.E.	QEP2	38	Alimentação	9.327,20	1	0	9327	TRIF	13,46	D	20	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam. Cabos	43	26
Q.E.	QEP3	75	Alimentação	36.385,60	1	0	36386	TRIF	52,52	D	63	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	25	16+16	Cam. Cabos	135	81,9
Q.E.	QEP4	130	Alimentação	2.540,80	1	0	2541	TRIF	3,67	D	20	XV-R (06/1KV)	16	16+16	Enterrado	76,8	26

P TOTAL 159.142 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 10 KA

S TOTAL 159.142 VA

S TOT. CORRIGIDO 127.313,22 VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO QEP0

Circuito			Equipamento	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM		IZ cabo (A)
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	D (mm)	
ILUMINAÇÃO																	
QEP0	1	15	portaria	88	1	0	88	MONO	0,38	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	VD/ISOG	20	18
TOMADAS																	
QEP0	44	15	portaria	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	VD/ISOG	25	25
QEP0	45	15	portaria	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	VD/ISOG	25	25
QEP0	46	15	portaria	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	VD/ISOG	25	25

P TOTAL 6.088 W

FACTOR SIMULT. 0,6

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 6.088 VA

S TOT. CORRIGIDO 3.652,80 VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO QEP1

Circuito			Equipamento	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ	
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe			Tipo
ILUMINAÇÃO																	
QEP1	1	23	Arrumo material exterior	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	2	65	Sala Atividades	232	1	0	232	MONO	1,01	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	3	64	Sala Atividades	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	4	99	Sala Atividades	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	5	80	Sala Atividades	522	1	0	522	MONO	2,27	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	6	74	Sala Professores	626	1	0	626	MONO	2,72	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	7	60	Post.seg/Gab.Atend	174	1	0	174	MONO	0,76	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	8	36	i.s. crianças	696	1	0	696	MONO	3,03	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
QEP1	9	26	Gab.Trabalho/arr.mat.limp	388	1	0	388	MONO	1,69	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos		
TOMADAS																	
QEP1	1	43	Sala Atividades	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	2	40	Sala Atividades	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	3	45	Sala Atividades	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	4	52	Sala de Professores	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	5	51	Sala Atividades	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	6	33	Gab.Trabalho/Atend	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	7	11	arr.mat.limp	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	8	11	Área Técnica	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	51	15	Secador de Mãos	1000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	52	30	Secador de Mãos	1000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		
QEP1	53	26	Secador de Mãos	1000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos		

P TOTAL 23.204 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 23.204 VA

S TOT. CORRIGIDO 18.563,20 VA

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO QEP2

Circuito			Equipamento	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ c
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe		
ILUMINAÇÃO																
QEP2	10	61	i.s.alunos/alunas	1448	1	0	1448	MONO	6,30	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	cam.cabos	1
QEP2	11	19	arr.geral/arr.mat.desp	116	1	0	116	MONO	0,50	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	cam.cabos	1
QEP2	12	16	Polivalente	1135	1	0	1135	MONO	4,93	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	cam.cabos	1
QEP2	13	25	Polivalente	760	1	0	760	MONO	3,30	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	cam.cabos	1
QEP2	56	40	Iluminação Exterior	200	1	0	200	MONO	0,87	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,6	cam.cabos	1
TOMADAS																
QEP2	23	16	arr.geral/arr.mat.desp	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	cam.cabos	2
QEP2	24	10	Polivalente	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	cam.cabos	2
QEP2	25	20	Polivalente	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	cam.cabos	2
QEP2	26	32	Polivalente/Refeitório	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	cam.cabos	2

P TOTAL

11.659

W

Q TOTAL

0

VAR

S TOTAL

11.659

VA

FACTOR SIMULT.

0,8

ICC BARRAMENTO

6

KA

S TOT. CORRIGIDO

9.327,20

VA

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO QEP3

Circuito			Equipamento	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	
ILUMINAÇÃO																
QEP3	14	71	refeitório	928	1	0	928	MONO	4,03	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	15	57	refeitório	928	1	0	928	MONO	4,03	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	16	59	arr.leite escolar/arr.mat.limp./área tec	232	1	0	232	MONO	1,01	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	17	39	i.s.f./i.s.m./i.s./bain/vest.	864	1	0	864	MONO	3,76	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	18	28	despensa de secos/frios	116	1	0	116	MONO	0,50	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	19	15	lixos/suja	408	1	0	408	MONO	1,77	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	20	9	cozinha	448	1	0	448	MONO	1,95	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	21	8	cozinha	448	1	0	448	MONO	1,95	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	22	7	cozinha	448	1	0	448	MONO	1,95	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	35	30	Corredor (zona refeitório)	448	1	0	448	MONO	1,95	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	36	23	Corredor (zona refeitório)	448	1	0	448	MONO	1,95	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP3	37	6	Corredor (zona despensas)	448	1	0	448	MONO	1,95	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
TOMADAS																
QEP3	27	24	Área técnica	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	28	15	i.s.f./i.s.m.	3680	1	0	3680	MONO	16,00	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	29	15	corredor(ponto eléctrico/retentores)	3680	1	0	3680	MONO	16,00	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	30	9	Frio,Trituradora, cortador hortaliça	1170	1	0	1170	MONO	5,09	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	31	8	cozinha(descascador)	2000	1	0	2000	TRIF	2,89	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	32	8	cozinha(grelhador/fogão)	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	33	10	cozinha(fritadeira)	12000	1	0	12000	TRIF	17,32	D	20	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	4	4+4	Cam.Cabos	
QEP3	34	11	despensa frios (arcas frio)	1698	1	0	1698	MONO	7,38	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	35	11	cozinha (picadora)	400	1	0	400	MONO	1,74	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	36	10	Electrocutor	90	1	0	90	MONO	0,39	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	37	14	copa suja (Maquina Lavar Loiça)	5600	1	0	5600	TRIF	8,08	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	38	6	Dispensa Secos	2000	1	0	2000	MONO	8,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP3	39	15	Secador de Mãos	1000	1	0	1000	MONO	4,35	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,6	Cam.Cabos	
QEP3	40	18	Secador de Mãos	1000	1	0	1000	MONO	4,35	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,7	Cam.Cabos	
QEP3	41	10	Secador de Mãos	1000	1	0	1000	MONO	4,35	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,8	Cam.Cabos	

P TOTAL

45.482

W

Q TOTAL

0

VAR

S TOTAL

45.482

VA

FACTOR SIMULT.

0,8

ICC BARRAMENTO

6

KA

S TOT. CORRIGIDO

36.385,60

VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO QEP4

Circuito			Equipamento	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	
ILUMINAÇÃO																
QEP4	57	6	Iluminação sala Gerador	88	1	0	88	MONO	0,38	D	10	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	1,5	1,5+1,5	Cam.Cabos	
QEP4	58	6	Iluminação Arrumos	88	1	0	88	MONO	0,38	D	11	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	1,5+1,6	Cam.Cabos	
TOMADAS																
QEP4	42	12	Tomada Gerais Sala Gerador	1500	1	0	1500	MONO	6,52	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	
QEP4	43	12	Tomadas Gerais Arrumos	1500	1	0	1500	MONO	6,52	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam.Cabos	

P TOTAL 3.176 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 3.176 VA

S TOT. CORRIGIDO 2.540,80 VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO GERAL AVAC

Circuito			Equipamentos	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe		
QGAVAC	1	18	QAVAC1	8.008	1	0	8008	TRIF	11,56	D	20	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam Cabos	54
QGAVAC	2	16	QAVAC2	21.447	1	0	21447	TRIF	30,96	D	40	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	10	10+10	Cam Cabos	75
QGAVAC	3	50	QAVAC3	28.008	1	0	28008	TRIF	40,43	D	63	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	16	16+16	Cam Cabos	100
QGAVAC	4	36	QAVAC4	319	1	0	319	TRIF	0,46	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	6	6+6	Cam Cabos	54

P TOTAL 57.782 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 57.782 VA

S TOT. CORRIGIDO 46.225,92 VA

DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO AVAC1																
Circuito			Equipamentos	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ cal
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	
QAVAC1	1	18	UTA1	1500	1	0	1500	TRIF	2,17	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam Cabos	22
QAVAC1	2	16	UC1	5210	1	0	5210	TRIF	7,52	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam Cabos	22
QAVAC1	3	50	UI's	300	1	0	300	MONO	1,30	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam Cabos	22
QAVAC1	4	36	Termoacumulador	3000	1	0	3000	TRIF	4,33	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam Cabos	22

P TOTAL 10.010 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 10.010 VA

S TOT. CORRIGIDO 8.008,00 VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO AVAC2

Circuito			Equipamentos	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM	IZ cab (A)
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe		
QAVAC2	1	10	Rooftop 1	11100	1	0	11100	TRIF	16,02	D	20	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	4	4+4	Cam. Cabos	34
QAVAC2	2	12	Rooftop2	9300	1	0	9300	TRIF	13,42	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	3	12	EU.0.1	620	1	0	620	MONO	2,70	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	4	16	UTAN Cozinha	1500	1	0	1500	TRIF	2,17	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	5	12	VE.1	188	1	0	188	MONO	0,82	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	6	21	VE.2	188	1	0	188	MONO	0,82	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	7	19	VAN1	298	1	0	298	MONO	1,30	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	8	20	Variador 3/3	3000	1	0	3000	TRIF	4,33	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	9	22	Dissipador	285	1	0	285	MONO	1,24	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25
QAVAC2	10	23	VE.3	330	1	0	330	MONO	1,43	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos	25

P TOTAL 26.809 W

FACTOR SIM 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRA 6 KA

S TOTAL 26.809 VA

S TOT. COR 21.447,20 VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO AVAC3

Circuito			Equipamentos	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM		IZ cab
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo		
QAVAC 3	1	10	UTA 2	2150	1	0	2150	TRIF	3,10	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC3	2	12	UC2	7150	1	0	7150	TRIF	10,32	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	3	12	UTA3	2150	1	0	2150	TRIF	3,10	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	4	16	UC3	7150	1	0	7150	TRIF	10,32	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	5	12	UTA4	1020	1	0	1020	TRIF	1,47	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	6	21	UC4	7150	1	0	7150	TRIF	10,32	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	7	19	VE1	5310	1	0	5310	TRIF	7,66	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	8	20	VE5	720	1	0	720	TRIF	1,04	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	9	22	Termoacumulador	2000	1	0	2000	TRIF	2,89	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25
QAVAC 3	10	23	UI's	210	1	0	210	MONO	0,91	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	Cam. Cabos		25

P TOTAL 35.010 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 35.010 VA

S TOT. CORRIGIDO 28.008,00 VA

## DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS - QUADRO AVAC4

Circuito			Equipamentos	P (activa) (W)	P/S	Q (VAR)	S (VA)	V	Is (A)	PROTECÇÃO		CONDUTOES			TUBAGEM		IZ cab
Origem	Destino	L (m)								Tipo	Calibre(A)	Tipo	Secção F	Secção N+Pe	Tipo	D (mm)	
QAVAC 4	1	10	Grupo Circulação	230	1	0	230	MONO	1,00	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	VD/ISOG	20	25
QAVAC 4	2	12	Caldeira Mural	99	1	0	99	MONO	0,43	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	VD/ISOG	20	25
QAVAC 4	3	12	Grupo Hidraulico	70	1	0	70	MONO	0,30	D	16	XG/XZ1 (frs,zh) (06/1KV)	2,5	2,5+2,5	VD/ISOG	20	25

P TOTAL 399 W

FACTOR SIMULT. 0,8

Q TOTAL 0 VAR

ICC BARRAMENTO 6 KA

S TOTAL 399 VA

S TOT. CORRIGIDO 319,20 VA





## **ANEXO II**

---

# Auditoria Energética

## Relatório

**INSTALAÇÕES:**

**- Edifício – XXXXX**

**CLIENTE:**

**XXXXXXXXX**

**REALIZADO POR:**

---

Fevereiro de 2017



## Índice de Figuras

Figura 1: logotipo da empresa (Fonte: Lipronerg) .....	4
Figura 2: organograma da empresa Lipronerg (Fonte: Lipronerg) .....	5
Figura 3: fluxograma na análise e aprovação de projetos .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Figura 4: desenho circuito 1 de tomadas .....	32
Figura 5: considerações para dimensionamento.....	36
Figura 6: disposição das luminárias .....	37
Figura 7: iluminância no plano de trabalho.....	38
Figura 8: desenho circuito 2 de iluminação .....	39
Figura 9: parte do diagrama de quadros .....	46
Figura 10: Esquema elétrico do quadro elétrico parcial 2.....	47
Figura 11: Esquema elétrico de ligação do gerador .....	49
Figura 12: metodologia de trabalho (a verde, serviço não contratualizado) (Fonte Lipronerg) .....	58
Figura 13: principais tarefas do planeamento (Fonte Lipronerg).....	59
Figura 14: principais tarefas do trabalho de campo (Fonte Lipronerg).....	60
Figura 15: analisador de rede Panasonic (Fonte Lipronerg) .....	62
Figura 16: termómetro de infravermelhos (Fonte Lipronerg).....	62
Figura 17: pinça amperimétrica (Fonte Lipronerg).....	63
Figura 18: luxímetro (Fonte Lipronerg) .....	63
Figura 19: câmara termográfica(Fonte Lipronerg).....	64
Figura 20: distanciómetro (Fonte Lipronerg).....	64
Figura 21: gráfico de desagregação horaria .....	68
Figura 22: gráfico de desagregação horaria .....	69
Figura 23: diagrama de carga quadro Piso 1 (Ala Direita) .....	70
Figura 24: diagrama de carga quadro Piso 1 (Ala Direita), de um dia.....	71
Figura 25 desagregação por sectores.....	72
Figura 26: gráfico com percentagem de energia por tecnologia .....	74
Figura 27: gráfico com percentagem pelo numero de lâmpadas por tecnologia.....	74
Figura 28: elementos relevantes para a estrutura de um relatório (AE).....	75
Figura 29: fixação de painéis solares fotovoltaicos .....	84
Figura 30: break even.....	87
Figura 31: tipos de portinholas.....	9

Figura 32: esquema para o dimensionamento das canalizações elétricas .....	10
Figura 33: módulo central .....	43
Figura 34: terminal de chamada e desarme .....	44
Figura 35: botão de chamada .....	45
Figura 36: sinalizador ótico e acústico .....	46
Figura 37: esquema de funcionamento.....	47
Figura 38: desagregação consumos energéticos por sectores (Fonte: S317) .....	9
Figura 39: metodologia de trabalho (a verde, serviço não contratualizado) Fonte: S317.....	12
Figura 42: perdas térmicas (Fonte: S317, trabalho de campo).....	16
Figura 43: caldeira Fonte ( <i>Datasheet</i> do equipamento) .....	18
Figura 44: radiador de parede (Fonte: S317, trabalho de campo) .....	18
Figura 45: imagem termográfica de um radiador de parede (Fonte: S317, câmara termográfica) .....	20
Figura 46: distribuição do consumo por tecnologia. ....	25
Figura 47: número de lâmpadas por tecnologia. ....	26
Figura 48: consumos totais mensais para 2014/2015.....	31
Figura 49: desagregação dos consumos mensais .....	31
Figura 50: distribuição dos consumos anuais.....	33
Figura 51: distribuição de encargos anuais. ....	35
Figura 52: desagregação mensal do consumo de gasóleo. ....	39
Figura 53: encargo anual energético .....	41
Figura 54: consumo anual energético.....	42
Figura 55 desagregação por sectores.....	44
Figura 56: diagrama de carga quadro Piso 1 (Ala Direita) .....	45
Figura 57: diagrama de carga quadro Piso 1 (Ala Direita), de um dia.....	46
Figura 58: diagrama de carga quadro Piso 0 (ala direita) .....	47
Figura 59: diagrama de carga quadro Piso 0 (ala direita), de um dia.....	48
Figura 60: diagrama de carga quadro geral.....	48
Figura 61: diagrama de carga do quadro geral (segunda-feira). ....	49
Figura 62: fixação de painéis solares fotovoltaicos .....	60
Figura 63: break even .....	64





## Índice de Tabelas

Tabela 1: Desagregação energético por sectores.....	9
Tabela 2 – Descrição da constituição da parede exterior. ....	14
Tabela 3 – Descrição da constituição da cobertura exterior.....	14
Tabela 4 – Descrição da constituição do pavimento em contato com o exterior. ....	14
Tabela 5 – Descrição da constituição das paredes interiores PI1 e PI2. ....	15
Tabela 6 – Descrição da constituição dos vãos envidraçados. ....	15
Tabela 7: Características do equipamento de climatização (aquecimento).....	20
Tabela 8: Características de iluminação. ....	22
Tabela 9: Horários de Funcionamento Pavilhão Multiusos. ....	27
Tabela 10: Potência contratada do contador. ....	29
Tabela 11: Períodos tarifários para tarifa Tetra horaria. ....	29
Tabela 12: Desagregação dos consumos pelas tarifas.....	32
Tabela 13: Encargos da fatura elétrica. ....	35
Tabela 14: Consumo mensal de gásóleo e os seus encargos.....	37
Tabela 15: Caracterização dos consumos de eletricidade e gásóleo. ....	40
Tabela 16: Caracterização dos consumos em energia primária. ....	40
Tabela 17: Caracterização dos consumos/custos de Energia Elétrica e Gásóleo. ....	40
Tabela 18: Custo energético por utilização. ....	43
Tabela 19: Desagregação por sectores. ....	44
Tabela 20: Consumos por dia quadro Piso 1 (Ala Direita). ....	46
Tabela 21: Consumos por dia quadro Piso 0 (Ala Direita). ....	47
Tabela 22: Consumos por dia quadro Piso 1 (Zona Central). ....	49
Tabela 23 – tabela resumo de consumos do edifício.....	52
Tabela 24 – Classe energética do imóvel .....	52
Tabela 25: Tabela resumo da simulação de medidas de melhoria .....	52
Tabela 26: Tabela resumo dos investimentos. ....	53
Tabela 27: Tecnologias utilizadas e os seus equivalentes em Led.....	55
Tabela 28: Energia consumida atualmente e com substituição.....	55
Tabela 29: Custo energético e poupança anual. ....	55
Tabela 30: Investimento. ....	56
Tabela 31: Resumo medida de melhoria de iluminação. ....	56
Tabela 32: Investimento sistema de AVAC.....	57

Tabela 33: Resumo da medida de melhoria do sistema de AVAC. ....	57
Tabela 34: Investimento caixilharias e vidros. ....	58
Tabela 35 – estimativa anual do comportamento do gerador fotovoltaico .....	61
Tabela 36 – estimativa do aumento das tarifas .....	63
Tabela 37 – estudo económico .....	64
Tabela 38 – Investimento fotovoltaico .....	65
Tabela 39: .....	68
Tabela 40: .....	69
Tabela 41 – Classe energética após implementação das medidas de eficiência energética ...	69

## 1. Sumário executivo

Para gerir energeticamente um edifício, de forma eficiente, é fundamental conhecer a quantidade de energia consumida pelo edifício, bem como a forma de utilização desta energia. A implementação de uma política de eficiência energética representa um compromisso sério e inequívoco com o paradigma de um desenvolvimento sustentável.

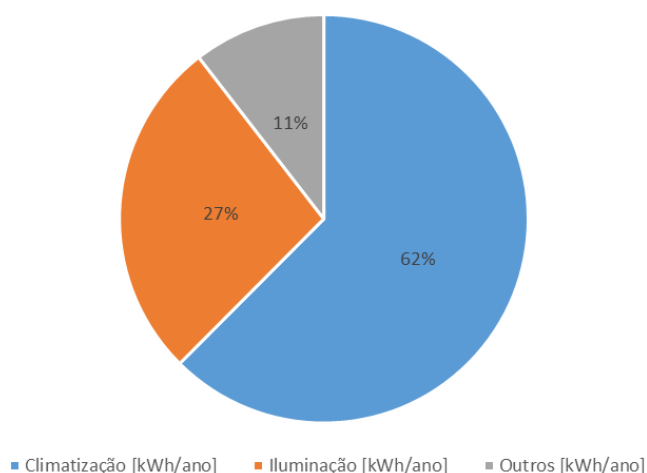
Em 2016 esta instalação teve um consumo energético total de 17.46tep. A este consumo está associado a emissão de 38.41 tonCO<sub>2</sub>/kWh/ano.

Na Tabela 37 e n no gráfico abaixo (Figura 39), está representado o consumo total de energia na instalação desagregada por utilização final.

**Tabela 37: desagregação energético por sectores**

	Consumos Energéticos [kWh/ano]	Consumos Energéticos [%]
Climatização	79.474,50	62,46%
Iluminação	34.430,45	27,06%
Outros	13.332,55	10,48%
Total	127.237,50	

Consumos Energéticos [kWh]



**Figura 39: desagregação consumos energéticos por sectores (Fonte: S317)**

## **2. Enquadramento**

O principal objetivo desta medida é, através da auditoria energética, identificar oportunidades de melhoria do ponto de vista, do desempenho energético que potencie a redução dos respetivos consumos, bem como, avaliar técnica e economicamente os benefícios da implementação de soluções mais eficientes nas instalações do Edifício.

Um segundo objetivo será a posterior divulgação das medidas de eficiência energética propostas para o edifício. Pretende-se assim, desenvolver um legado de conteúdos sobre os resultados obtidos na auditoria energética e sobre a importância e necessidades de poupar energia elétrica, como estratégia, para estimular a mudança de comportamentos dos utilizadores. Para a redução do consumo de eletricidade e seus impactos na redução das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE).

### **3. Legislação**

Durante o desenvolvimento da presente auditoria foi tido em consideração a seguinte legislação:

- Decreto-lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto, o qual assegura e promove a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE) que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS);
- Despacho n.º 15793-D/2013, que estabelece os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária;
- Despacho n.º 15793-F/2013, que procede à publicação dos parâmetros para o zonamento climático e respetivos dados.
- POSEUR – programa operacional sustentabilidade e eficiência no uso de recursos
- Despacho n.º 6470 2016 - Planos de Racionalização de Energética
- Despacho (extrato) n.º 15793-L 2013 - Calculo do Período de Retorno Simples (PRS)

## 4. Metodologia de Trabalho

A metodologia utilizada foi baseada nos princípios e doutrinas aplicadas neste tipo de intervenções – Auditoria Energética em Edifícios. Assim, a metodologia adotada está resumidamente esquematizada no fluxograma da Figura 40, no qual se destacam as etapas principais de realização dos trabalhos: recolha inicial de informação, trabalhos de campo, análise de resultados e elaboração do relatório da auditoria energética e do plano de racionalização de energia.

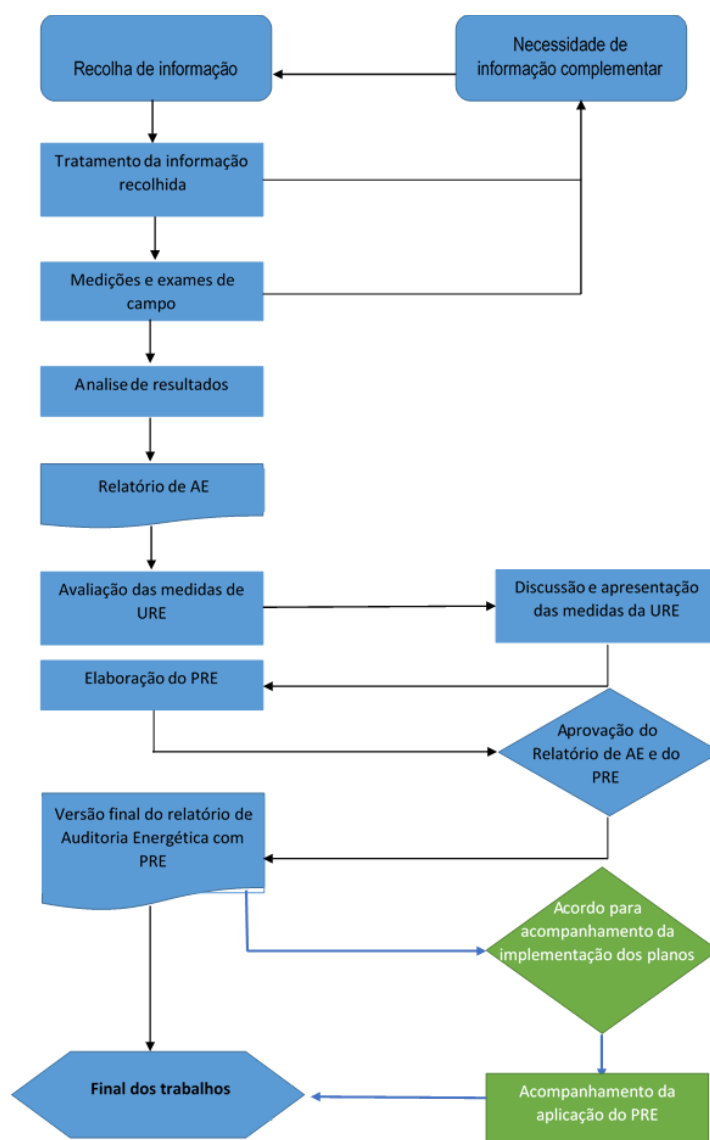


Figura 40: metodologia de trabalho (a verde, serviço não contratualizado) Fonte: S317

## **5. Caracterização das instalações e dos equipamentos**

### **5.1. Edifício**

Este edifício é composto por uma área bruta de  $3000m^2$ . No que diz respeito à área útil, o edifício apresenta a área aproximada de  $2000m^2$ , sendo esta dividida na sua maioria em serviços de atendimento ao público, gabinetes, instalações sanitárias, salas de audiências entre outros espaços.

#### **5.1.1. Descrição da compartimentação**

O edifício dispõe de 4 (quatro) pisos, que são utilizados nas seguintes funções:

- Piso -1 – Instalações sanitárias, Arquivos, Celas, Depósito de óleos, Cofre e Caldeira;
- Piso 0 – Átrio principal, Biblioteca, Sala de Audiências, Gabinetes, Arrecadações, Salas técnicas e Videoconferência;
- Piso 1 – Galeria e escadaria nobre, Instalações sanitárias, Arquivos, Gabinetes e Sala de audiências;
- Piso 2 – Arquivos e Sala de audiências.

O edifício apresenta uma área útil aproximada de  $2000m^2$  no total, como referido no ponto 5.

##### **5.1.1.1. Envolvente opaca e não opaca**

Por falta de elementos sobre as soluções construtivas utilizadas no edifício recorreu-se, no caso das paredes e quando possível, às simplificações propostas pela Nota Técnica NT-SCE-01 e ITE 50.

### 5.1.1.2. Envolventes exteriores

Relativamente às envolventes exteriores considerou-se o seguinte:

**Tabela 38: descrição da constituição da parede exterior**

Parede		Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) W/m <sup>2</sup> .°C		
Designação	Descrição da(s) solução(ões) adotada(s)	Solução	Máximo	Ref
PE1	Parede simples ou dupla (anterior a 1960) com espessura aproximada de 0,45 m.	2,09	-	0,70

**Tabela 39: descrição da constituição da cobertura exterior**

Cobertura		Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) W/m <sup>2</sup> .°C		
Designação	Descrição da(s) solução(ões) adotada(s)	Solução	Máximo	Ref
Cob1	Cobertura horizontal (anterior a 1960) com composição desconhecida.	2,60	-	0,50

**Tabela 40: descrição da constituição do pavimento em contato com o exterior**

Pavimento em contacto com o exterior		Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) W/m <sup>2</sup> .°C		
Designação	Descrição da(s) solução(ões) adotada(s)	Solução	Máximo	Ref
PavExt1	Pavimento (anterior a 1960) com composição desconhecida.	3,10	-	0,50



### 5.1.1.3. Envolventes interiores

Relativamente às envolventes interiores considerou-se o seguinte:

**Tabela 41: descrição da constituição das paredes interiores PI1 e PI2**

Parede		Coeficiente de transmissão térmica superficial (U) W/m <sup>2</sup> .°C		
Designação	Descrição da(s) solução(ões) adotada(s)	Solução	Máximo	Ref
PI1	Parede simples (anterior a 1960) com espessura aproximada de 0,15 m.	2,72	-	-
PI2	Parede simples (anterior a 1960) com espessura aproximada de 0,45 m.	1,76	-	-

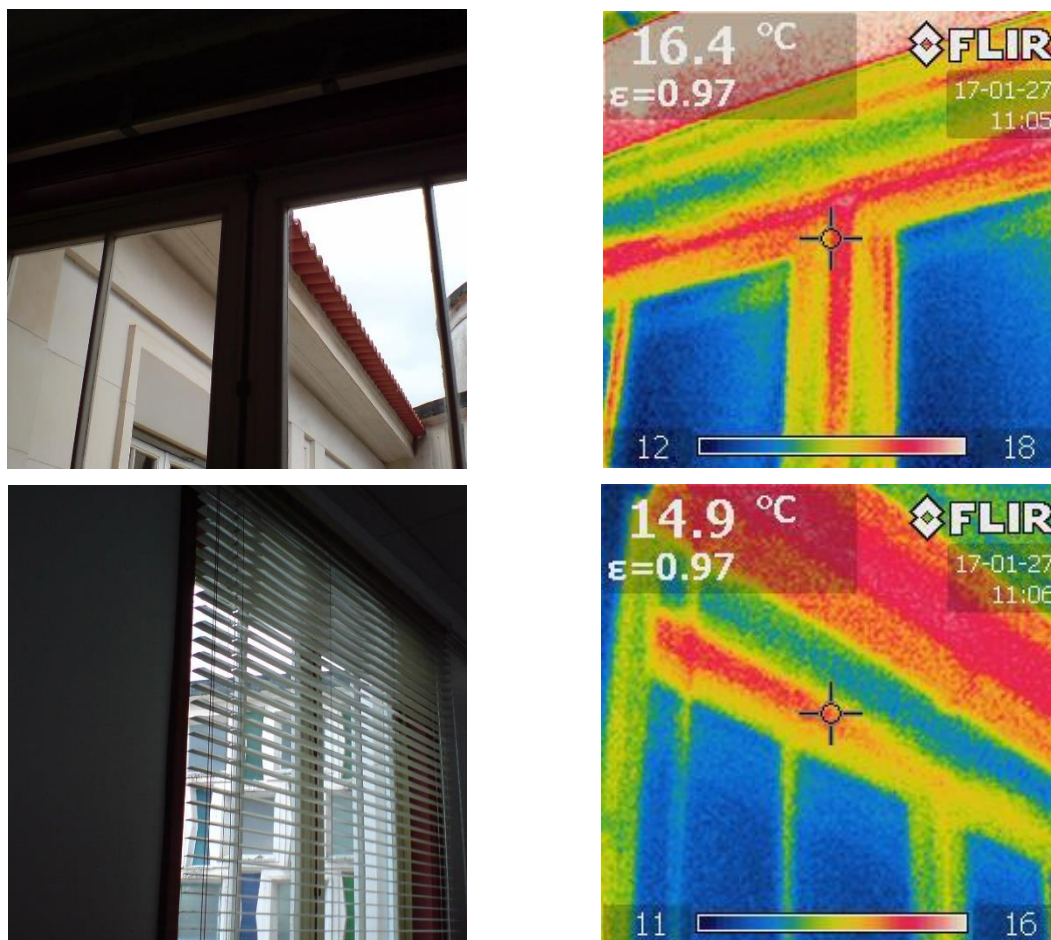
### 5.1.1.4. Vãos envidraçados

Relativamente aos vãos envidraçados considerou-se o seguinte:

**Tabela 42: descrição da constituição dos vãos envidraçados**

Envidraçados							
Designação	Descrição da(s) solução(ões) adotada(s)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)		Fator Solar			
		Solução	Ref	Vidro	Global	Max	Ref
Tipo I	Envidraçado composto por vidro simples incolor de 4 mm de espessura. Com caixilharia madeira de cor clara. Com proteção solar interior do tipo persianas de cor clara.	5,1	4,3	0,88	0,47	0,50	0,15
Tipo II	Envidraçado composto por vidro simples incolor de 4 mm de espessura. Com caixilharia madeira de cor clara. Sem proteção solar.	5,1	4,3	0,88	0,88	0,50	0,15

A análise da envolvente, utilizando uma câmara termográfica permitiu identificar alguns pontos ineficientes, que penalizam significativamente este edifício que necessita de manter temperaturas interiores amenas.



**Figura 41: perdas térmicas (Fonte: S317, trabalho de campo)**

Pelas imagens recolhidas observa-se que nas zonas dos envidraçados, com especial incidência na caixilharia de madeira, onde existem frestas de 3 cm, uma grande perda térmica.

Pelas imagens da câmara termográfica verificamos que a zona da caixilharia, pelo fato de ter alguma inércia térmica, apresenta uma temperatura mais elevada, ocorrendo perdas térmica para o exterior dado que a caixilharia não tem qualquer corte térmico.

Na zona do vidro, as perdas são igualmente significativas, dado que a transmissão de calor do interior para o exterior se faz através deste elemento de baixa resistência térmica (vidro simples).

## **5.2. Sistemas de produção, transformação e distribuição de energia**

O edifício é alimentado pela rede elétrica BTE, o quadro de entrada fica no primeiro andar junto à entrada da sala de audiências, existem ainda 2 quadros parciais por andar.

Existem também dois depósitos de gasóleo onde este é armazenado para uso na caldeira que faz a climatização do edifício.

## **5.3. Caracterização dos consumidores intensivos de energia**

Ao longo deste capítulo serão enumeradas e apresentadas as principais características energéticas dos equipamentos consumidores de energia, instalados no edifício. Os equipamentos serão agrupados por função que desempenham.

As principais utilizações de energia dentro do edifício são as seguintes:

- ✓ Climatização (Aquecimento);
- ✓ Iluminação;
- ✓ Outros (equipamentos informáticos, aquecedores).

São por isso os principais alvos do estudo energético.

De uma forma sucinta o funcionamento destes sectores pode ser descrito da seguinte forma:

- ✓ O principal e único sistema de climatização (aquecimento) é composto por unidades interiores de aquecimento (radiadores de parede), instalados por todas as zonas de

circulação, gabinetes e salas de audiências, que por sua vez estão ligados às caldeiras a gásóleo instaladas na cave;

- ✓ Tratando-se de um espaço de atendimento ao público, a iluminação funciona durante todo o horário de expediente.

### **5.3.1. Climatização**

A climatização (constituída por um sistema de aquecimento) dos diversos espaços que constituem o Edifício, é realizado através do seguinte sistema:

- ✓ Caldeira de aço pressurizada.
- ✓ Radiadores de parede.

O aquecimento do edifício faz-se através de radiadores de parede. A circulação de fluido para aquecimento é efetuada por tubo multicamada, com um ramal principal e prumadas que ligam a cada radiador.



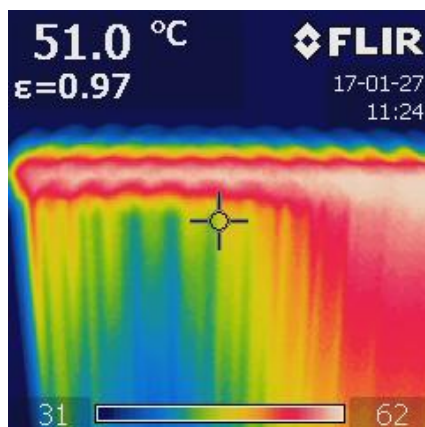
**Figura 42: caldeira Fonte (Datasheet do equipamento)**



**Figura 43: radiador de parede (Fonte: S317, trabalho de campo)**

Este sistema revela-se insuficiente, visto existirem muitas perdas nesse processo e por alguns dos radiadores já não se encontrarem em boas condições de funcionamento. Como podemos observar na imagem termográfica seguinte:





**Figura 44:** imagem termográfica de um radiador de parede (Fonte: S317, câmara termográfica)

Por se tratar de um sistema com muitos anos e com falta de manutenção adequada, associada à tecnologia obsoleta, como também falta de isolamento nas tubagens, torna-se pouco eficiente.

O fato de os radiadores não estarem a irradiar calor uniformemente dá a entender que os mesmos se encontram entupidos ou que o material perdeu características térmicas.

As principais características dos equipamentos deste sistema encontram-se resumidas na tabela seguinte (Tabela 43).

**Tabela 43:** características do equipamento de climatização (aquecimento)

Equipamentos de climatização/ventilação						
Equipamento	Qts	Marca	Modelo	Potência [kW]	Observações	Energia/Ano - [kWh]
Caldeira	1	Ferrolli	PREXTHERM RSH 200	200		99.937
<b>Total potência instalada [kW]</b>		<b>200</b>			<b>Total energia/ano [kWh/ano]</b>	<b>99.937</b>

**Nota 1:** O consumo anual de energia dos equipamentos foi efetuado tendo em conta as medições efetuadas e simulações efetuadas em HAP, sendo, portanto, valores estimados.

O período de funcionamento dos equipamentos de climatização é coincidente com o horário de funcionamento do edifício.

**Nota 2:** A potência indicada na Tabela 43 é uma potência térmica.

### 5.3.2. Iluminação

Verifica-se a utilização de diferentes tecnologias para a iluminação, tendo sido identificadas as seguintes nos vários espaços do edifício:

- Florescentes compactas (CFL): Salas de audiências, instalações sanitárias, zonas de circulação e escadas;
- Florescentes tubulares (T8): Zonas de circulação, arquivos, sala de audiências, salas técnicas e arrumos;
- Florescentes tubulares (T5): Arquivos, gabinetes, biblioteca, sala de audiências e zonas de circulação;
- LED: Galeria dos espaços perdidos/Escadaria nobre e escadaria;
- Incandescente: Galeria dos espaços perdidos/Escadaria nobre.

Em seguida é apresentada uma tabela resumo das características da iluminação:

**Tabela 44: características de iluminação**

Área	Tecnologia	Nº total de Lâmpadas	Potência instalada [W]	W/m2	Limite port 17-A [W/m2]
Circulação	T8	4	232	115,42	3,80
Arquivo	T8	5	290	15,08	6,80
Sala de Audiências	T8	12	696	16,89	19,00
Arquivo	T8	38	2.204	17,97	6,80
Galeria dos passos perdidos/Escadaria Nobre	Incandescente	16	640	9,66	3,80
	LED	2	8		
Sala de Audiências	CFL	4	44	1,42	19,00
	Halo	2	120		
Circulação	CFL	16	176	3,16	3,80
I.S.Mag./Antecâmara	CFL	2	22	4,24	7,60
Antecâmara	CFL	2	22	11,58	7,60
I.S.H.	CFL	2	22	12,72	7,60
I.S.F.	CFL	2	22	6,09	7,60
Circulação	T8	9	522	15,91	3,80
Advogados	T5	12	288	16,74	12,00
Família e Menores	T5	45	1.080	20,79	12,00
Arquivo	T5	12	288	16,11	6,80
Antecâmara I.S.	CFL	2	22	8,18	7,60
I.S.S.	CFL	2	22	6,06	7,60
I.S.H.	CFL	2	22	10,58	7,60
Sala	CFL	4	44	4,47	3,80
I.S.PUB/Antecâmara	CFL	4	44	5,47	7,60



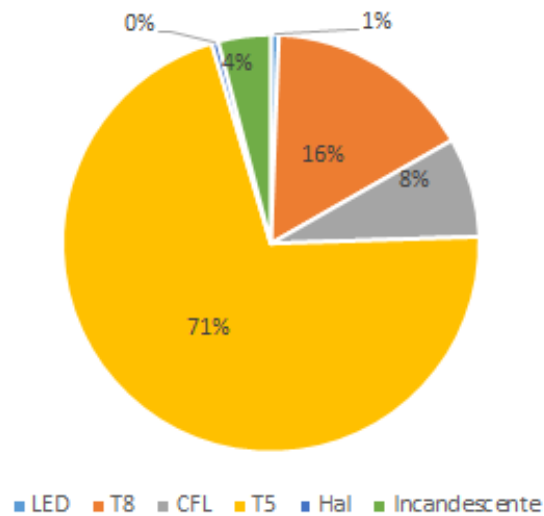
I.S.H.	CFL	2	22	7,64	7,60
I.S.S.	CFL	2	22	9,17	7,60
Arrumos de Limpeza	CFL	2	22	8,40	3,80
I.S.DEF.	CFL	2	22	5,96	7,60
M.P.	T5	6	144	10,14	12,00
M.P.	T5	27	648	22,28	12,00
M.P.	T5	9	216	15,21	12,00
Gabinete Magistrado	T5	9	216	15,21	12,00
Gabinete Magistrado	T5	9	216	14,69	12,00
Circulação	CFL	18	198	34,02	3,80
Escadas	CFL	8	88	10,78	3,80
Gabinete Magistrado	T5	12	288	17,00	12,00
Gabinete Magistrado	T5	12	288	14,94	12,00
Gabinete Magistrado	T5	12	288	14,36	12,00
Gabinete Magistrado	T5	12	288	11,33	12,00
Gabinete Magistrado	T5	12	288	14,36	12,00
Gabinete Magistrado	T5	12	288	14,94	12,00
Gabinete Magistrado	T5	12	288	17,00	12,00
Escadaria/Acesso/Fachada	LED	7	70	1,11	3,80
Átrio Principal	LED	3	30	0,07	2,40
Circulação	CFL	4	44	6,15	3,80
Biblioteca	T5	6	144	10,71	4,80
Circulação	CFL	6	66	5,76	3,80
Sala de Audiências 2	T5	24	576	13,98	17,00
Escadas acesso	CFL	4	44	7,47	3,80
Secção Central/Contabilidade	T5	12	288	13,34	17,00
Público/Circulação	CFL	6	66	5,16	3,80
Secção Central	T5	18	432	17,39	17,00
Gabinete Secretário	T5	6	144	15,77	12,00
Escadas/Circulação	CFL	6	66	6,93	3,80
Antecâmara					
Arrecadação/Limpeza	T8	1	18	5,47	3,40
Sala Técnica	T8	1	18	5,47	3,40
Antecâmara					
Escadas/Circulação	CFL	6	66	7,42	3,80
Local Cível/Local Crime	T5	51	1.224	24,76	7,20
Público/Circulação	CFL	16	176	4,93	3,80
Gabinete Magistrado	T5	9	216	15,21	12,00
Gabinete Magistrado	T5	9	216	14,45	12,00
Gabinete Magistrado	T5	20	480	38,40	12,00
Videoconferência	T5	9	216	22,69	7,20
Circulação	T5	2	48	13,15	3,80

Arrumos	T5	2	98	0,00	3,40
I.S.MASC.	T8	1	36	17,82	7,60
I.S.FEM.	CFL	4	44	21,15	7,60
Bastidor	T5	2	48	12,87	3,40
Arquivo	T5	2	48	5,67	6,80
Economato/Arquivo	T5	12	588	12,64	6,80
Circulação	T5	2	98	9,15	3,80
Arquivo M.P.	T5	10	490	11,38	6,80
Arquivo/Objetos	T5	3	147	7,66	6,80
Caldeira	T5	1	49	4,51	3,40
Escadas/Circulação	CFL	2	22	1,64	3,80
Circulação celas	T8	4	232	6,25	3,80
Cela					
Cela					
Cela					
WC	CFL	1	11	2,24	7,60
Cela					
Depósito óleos	T8	1	58	6,02	3,40
I.S.M.	CFL	4	44	21,46	7,60
I.S.F.	T8	1	36	17,56	7,60
Arrumos/Circulação	T5	6	144	12,71	6,80
Arquivo	T5	2	98	8,35	6,80
Cofre	T8	1	18	3,61	3,40
<b>Total</b>		<b>664</b>	<b>17.617</b>		

Os espaços mascarados a amarelo não dispõem de iluminação. Apesar de não ser um edifício novo e como tal não ter de cumprir a Portaria 17A/2016, a análise comparativa com a mesma mostra que existem vários espaços com potência a mais instalada.

Como se verifica no gráfico circular seguinte, a tecnologia com maior peso no consumo da instalação é a de tecnologia Fluorescente Tubular T5 com 71% de consumo. A tecnologia Fluorescente Tubular T8 surge em segundo lugar representando cerca de 16% do consumo da instalação, em seguida surge a tecnologia Fluorescente Compacta (CFL) que é responsável por 8%. Por fim, são identificadas as tecnologias com menor peso nos consumos da instalação, que são a tecnologia Incandescente (4%), LED e Halogéneo, que apresentam percentagens de consumo na ordem dos 1%, respetivamente.

Percentagem de energia consumida  
anualmente por tecnologia



**Figura 45: distribuição do consumo por tecnologia.**

**Potência total instalada:** 17,617 kW

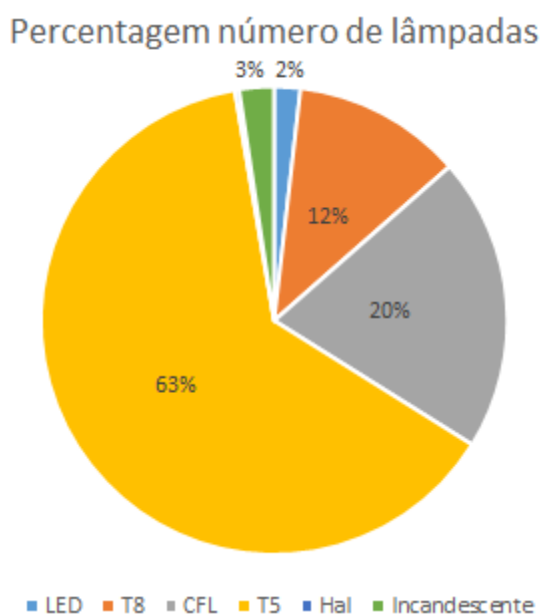
**Nota 1:** O consumo de anual de energia dos equipamentos foi efetuada tendo em conta as medições efetuadas e o horário de funcionamento dos equipamentos sendo, portanto, valores estimados.

O período de funcionamento dos equipamentos de iluminação é coincidente com o horário de funcionamento do edifício.

**Nota 2:** Na Tabela 44, os espaços sombreados com a cor amarela são espaços em que não foram identificadas tecnologias de iluminação.

No gráfico seguinte, observa-se que a tecnologia com maior percentagem de número de lâmpadas, é a Fluorescente Tubular (T5) com 63%. A tecnologia Fluorescente Compacta (CFL) surge em segundo lugar representando cerca de 20%, em seguida a tecnologia Fluorescente Tubular (T8) com 12% e por ultimo a tecnologia Incandescente e de LED, com cerca de 3% e 2%, respetivamente.

De notar que a tecnologia de Halogéneo, não se encontra representada no gráfico circular por apresentar valores muito pequenos, quando comparado com outras tecnologias.



**Figura 46: número de lâmpadas por tecnologia.**

**Número total de lâmpadas:** 664 lâmpadas.

## 5.4. Perfis de utilização

O perfil de utilização dos equipamentos coincide com o período de funcionamento das instalações.

O edifício funciona de Segunda a Sexta nos períodos indicados na tabela seguinte.

**Tabela 45: horários de funcionamento**

<u>Dias</u>	<u>Horário</u>
Segundas a sextas-feiras	9h às 17h30m
Sábados, Domingos e Feriados	Encerrado

## **6. Enquadramento legal do Edifício**

De acordo com a nova regulamentação da certificação energética para os edifícios, como descrito no Decreto-Lei n.º 118/2013 e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, o edifício em análise é considerado um “Grande Edifício de Comércio e Serviço” (GES), uma vez que tem uma área útil interior de aproximadamente 2000m<sup>2</sup>, ultrapassando tanto os 500m<sup>2</sup>, definidos como limite, para este tipo de edifício aquando da entrada em vigor do Decreto-Lei, bem como os 250m<sup>2</sup>, estipulados a partir de 1 de julho de 2015. Desta forma está abrangido especificamente pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS)

Este regulamento prevê a certificação do edifício através da realização de auditorias periódicas à vertente energética, sendo atribuída uma classificação ao edifício.

De acordo com este decreto de lei, este edifício tem de possuir um TIM, responsável pelas instalações, assim como o plano de manutenção elaborado pelo mesmo.

Desta forma, este diagnóstico poderá constituir um primeiro passo no sentido do cumprimento deste decreto de lei.

## 7. Caracterização energética das instalações

O Edifício consome energia elétrica para diversos fins, sendo que a iluminação constitui o maior volume de consumo, desprezando assim o consumo elétrico dos equipamentos existentes em cada posto de trabalho.

O edifício apresenta também um elevado consumo de gasóleo, utilizado para abastecimento das caldeiras que são responsáveis pelo aquecimento, que por sua vez se encontram ligadas a vários radiadores de parede em todas as divisões e espaços.

### 7.1. Energia elétrica

A instalação possui um contador que é alimentado pelo distribuidor de energia elétrica em baixa tensão especial, neste contador a potência contratada é de 54,00kW.

Foram fornecidas as faturas de energia elétrica, tendo em consideração o ano de 2014/2015.

**Tabela 46: potência contratada do contador**

Operador	Contador	Data	Potência Contratada	Tarifa
Galp Power, S.A.	PT0002000111497464QE	Dez/2014 a Nov/2015	54,00kW	Tetra-horária

#### 7.1.1. Tarifário

Com base nas faturas de energia elétrica fornecidas, relativas ao período de Dezembro 2014 a Dezembro de 2015, é possível analisar os consumos/encargos de energia elétrica do edifício. Em seguida apresentam-se os períodos horários relativos ao ciclo tarifário existente.

**Tabela 47: períodos tarifários para tarifa Tetra horaria**

Ciclo diário - TETRA-HORÁRIA				
	Hora de Inverno		Hora de Verão	
Vazio Normal	06:00	08:00	06:00	08:00
	22:00	02:00	22:00	02:00
Super Vazio	02:00	06:00	02:00	06:00
Horas de Cheia	08:00	09:00	08:00	10:30
	10:30	18:00	13:00	19:30
	20:30	22:00	21:00	22:00
Horas de ponta	09:00	10:30	10:30	13:00

	18:00	20:30	19:30	21:00
--	-------	-------	-------	-------



### 7.1.2. Análise das faturas

Na Figura 47 estão representados os consumos mensais de energia elétrica referentes ao ano de 2014/2015. No estudo efetuado, o período escolhido foi de 14 de Dezembro de 2014 a 14 de Dezembro de 2015.

Pela observação do gráfico, verifica-se um aumento no consumo durante os meses de inverno.

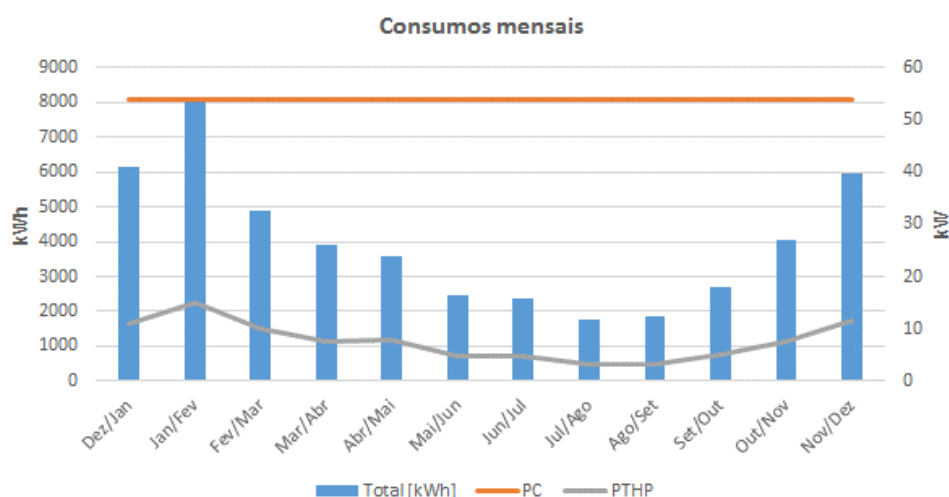


Figura 47: consumos totais mensais para 2014/2015

O diagrama representado na Figura 48 seguinte apresenta a desagregação mensal dos consumos pelos quatro períodos tarifários (Horas de Ponta, Horas de Cheias, Horas de Vazio e de Super Vazio).

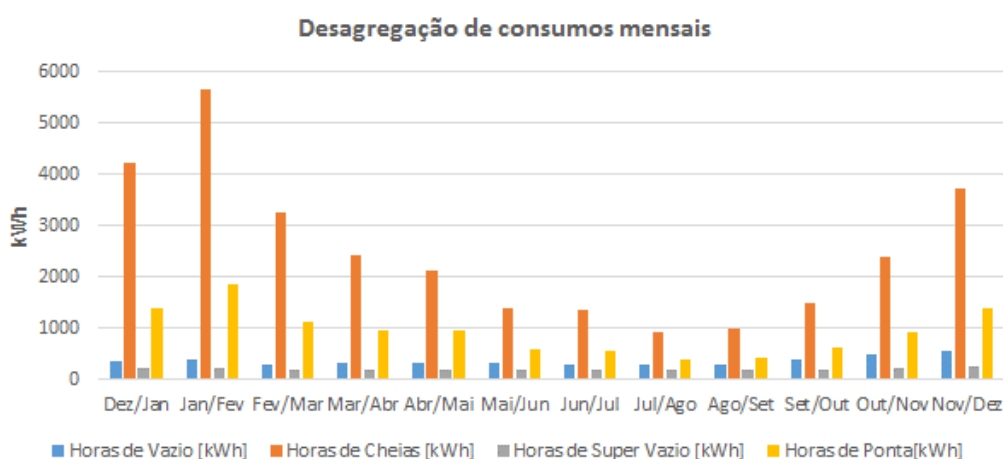


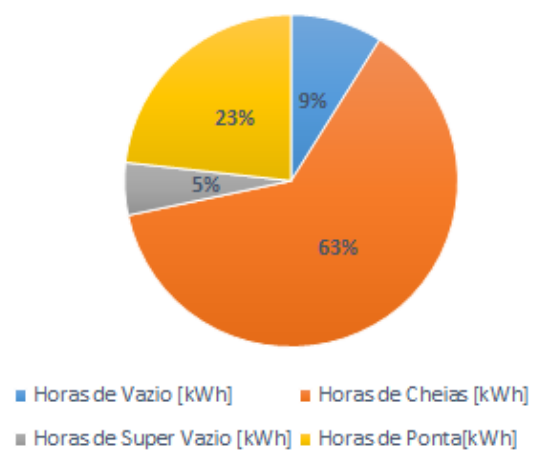
Figura 48: desagregação dos consumos mensais

**Nota:** Os consumos são mostrados apenas nos meses em que as faturas apresentam valores lidos e não estimados.

Tabela 48: desagregação dos consumos pelas tarifas

Energia						Potência	
Mês	Horas de Vazio [kWh]	Horas de Cheias [kWh]	Horas de Super Vazio [kWh]	Horas de Ponta[kWh]	Total [kWh]	Contratada [kW]	Potência Horas de Ponta
Dez/Jan	339	4.224	212	1.371	6.146	54	11
Jan/Fev	372	5.646	231	1.846	8.095	54	15
Fev/Mar	301	3.252	197	1.113	4.863	54	10
Mar/Abr	328	2.422	202	942	3.894	54	8
Abr/Mai	315	2.129	196	956	3.596	54	8
Mai/Jun	306	1.379	200	584	2.469	54	5
Jun/Jul	280	1.363	183	557	2.383	54	5
Jul/Ago	278	923	188	386	1.775	54	3
Ago/Set	275	999	185	418	1.877	54	3
Set/Out	392	1.502	190	616	2.700	54	5
Out/Nov	499	2.404	204	920	4.027	54	7
Nov/Dez	566	3.735	247	1.390	5.938	54	12
<b>Total</b>	4.251	2.9978	2.435	11.099	47.763		
<b>Média</b>	354	2.498	203	925	3.980		
<b>%</b>	8,90%	62,76%	5,10%	23,24%	100,00%		

### Distribuição dos consumos por períodos horários



**Figura 49: distribuição dos consumos anuais**

**Nota 2:** Na Tabela 48, as parcelas sombreadas indicam que nesses meses os consumos foram superiores à média calculada.

Na Tabela 48 estão listados todos os consumos mensais da instalação enquanto o gráfico circular da Figura 49, permite identificar qual a parcela de consumos correspondente aos vários períodos horários.

Desta forma é possível cruzar o consumo anual com os respetivos períodos horários, verificando assim, que o maior consumo ocorre nas Horas de Cheias (63% do consumo, correspondente a 29.978MWh/ano, em seguida surgem as Horas de Ponta (23% do consumo, correspondente a 11.099MWh/ano, seguido das Horas de Vazio (9% correspondente a 4.251MWh/ano e por fim as horas de Super Vazio (5% correspondente a 2.435MWh/ano.

Esta distribuição dos consumos mostra-se coincidente com os horários de funcionamento do edifício, porém e visto que, o edifício funciona tipicamente até às 17h30m, é importante perceber os consumos que ocorrem durante as Horas de Vazio e Super Vazio normal, uma vez que durante estes períodos horários não existe utilização do edifício.

Sendo o consumo total anual de 47,763 MWh/ano

### 7.1.3. Encargos

$$\begin{aligned} Total[€] = & Energia Ativa_{(energia+redes)}[€] + P_{contratada}[€] + P_{Horas de Ponta}[€] \\ & + Energia Reativa[€] + Taxas e Impostos[€] \end{aligned}$$

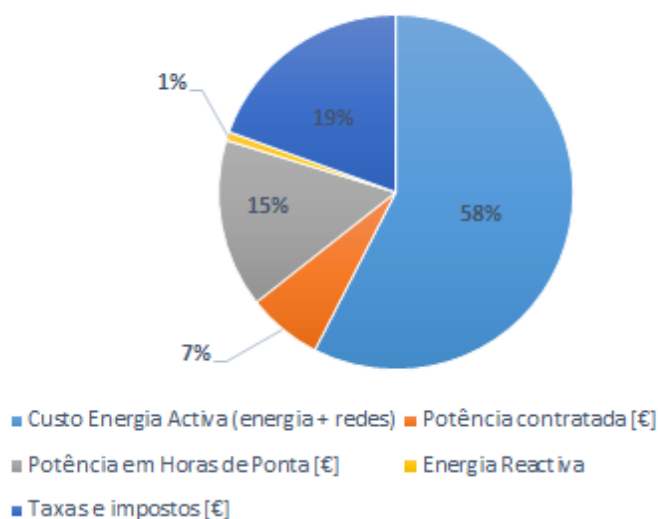
Com base nas faturas fornecidas, o custo anual da energia elétrica representa um valor de 10.3269,41€ em que a Energia Ativa (Energia + Redes) representa cerca de 57,56% (5.968,51€), a Potência contratada 6,81% (706,55€), a Potência em Horas de Ponta 15,36% (1.593,22€), a Energia Reativa 0,80% (82,77€) e por fim as Taxas e Impostos 19,46% (2.018,36 €).

**Nota:** O valor total apresentado segue a fórmula

**Tabela 49: encargos da fatura elétrica**

Tabela de Encargos Energia /Potência						
Mês	Custo Energia Ativa (energia + redes)	Potência contratada [€]	Potência em Horas de Ponta [€]	Energia Reativa	Taxas e impostos [€]	Total [€]
Dez/Jan	746,45 €	60,84 €	210,86 €	7,14 €	246,62 €	1.271,91 €
Jan/Fev	1.037,01 €	59,93 €	262,37 €	7,12 €	327,48 €	1.693,91 €
Fev/Mar	617,83 €	54,13 €	158,20 €	5,86 €	201,50 €	1.037,52 €
Mar/Abr	490,54 €	59,93 €	133,92 €	6,43 €	166,92 €	857,73 €
Abr/Mai	453,30 €	58,00 €	135,90 €	6,37 €	157,98 €	811,56 €
Mai/Jun	304,35 €	59,93 €	82,99 €	7,82 €	110,95 €	566,04 €
Jun/Jul	294,62 €	58,00 €	79,12 €	8,30 €	107,38 €	547,42 €
Jul/Ago	214,43 €	59,93 €	54,80 €	6,93 €	82,72 €	418,82 €
Ago/Set	228,14 €	59,93 €	59,38 €	6,79 €	87,02 €	441,26 €
Set/Out	332,02 €	58,00 €	87,48 €	7,34 €	118,07 €	602,92 €
Out/Nov	501,67 €	59,93 €	130,74 €	5,62 €	168,72 €	866,69 €
Nov/Dez	748,14 €	58,00 €	197,46 €	7,05 €	242,99 €	1.253,64 €
<b>Total</b>	5.968,51 €	706,55 €	1.593,22 €	82,77 €	2.018,36 €	10.369,41 €
<b>%</b>	57,56%	6,81%	15,36%	0,80%	19,46%	

**Distribuição dos encargos da factura**



**Figura 50: distribuição de encargos anuais.**

Para o período de referência (Dez/14 a Dez/15) determinou-se um custo médio unitário de 0,1731 €/kWh

## 7.2. Gasóleo

O gasóleo é utilizado na instalação para abastecer as caldeiras existentes no edifício. Estas caldeiras, como já foi referido anteriormente, são responsáveis pelo sistema de aquecimento juntamente com os radiadores de parede instalados.

De forma a podermos conseguir analisar a fatura do gasóleo, foi feita uma conversão do Litro de Gasóleo de aquecimento para o seu poder calorífico, em kWh/litro, então:

$$1_l \text{ Gasóleo de Aquecimento} = 10,15_{kWh/litro} \text{ (Valor aprox.)}$$

### 7.2.1. Análise das faturas

Em seguida na Tabela 50 e na Figura 51, são apresentados os consumos mensais de gasóleo, os seus encargos associados e a sua desagregação mensal.

Como as faturas do consumo de gasóleo são relativas a três meses, todos eles de Inverno, podemos confirmar que a compra de gasóleo se verifica apenas em época de inverno, não se verificando o abastecimento em épocas de temperaturas mais amenas.

Sendo que em fevereiro se efetuou a última compra de gasóleo, e em maiores quantidades, não sabemos se o consumo foi maior ou se dessa quantidade de litros, houve sobras de modo a serem novamente utilizadas aquando do início da época de inverno.

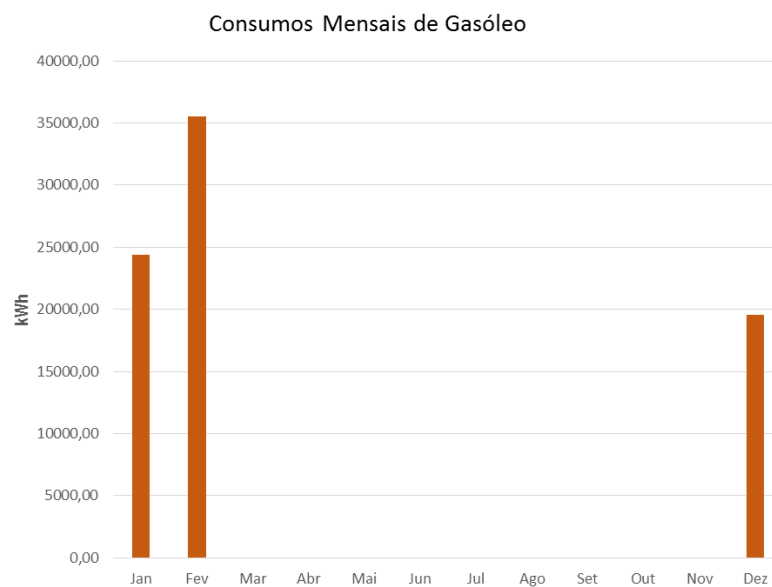
No entanto, a análise é conclusiva quanto ao elevado encargo associado ao uso deste sistema de aquecimento.

**Tabela 50: consumo mensal de gasóleo e os seus encargos**

	Energia -[lts]	Energia - [kWh]	Custo Unitário - [€/lts]	Custo Energia - [€/lts]	Custo Unitário - [€/kWh]	Custo Energia - [€/kWh]	Custo IVA 23% - [€]	Total c/ IVA
Jan	2.400,00	2.4360,00	0,77	1.849,76	0,08	1.849,76	425,44	2.275,20
Fev	3.500,00	35.525,00	0,77	2.697,56	0,08	2.697,56	620,44	3.318,00
Dez	1.930,00	19.589,50	0,77	1.487,51	0,08	1.487,51	342,13	1.829,64

<b>Total</b>	<b>7.830,00</b>	7.9475	0,77 €	6.034,83	0,23	6.034,83	1.388,01
<b>Custo unitário [€/kWh]</b>	<b>0,177268</b>	0,0175					





**Figura 51: desagregação mensal do consumo de gasóleo**

Os consumos são apresentados nos meses em que os depósitos foram cheios, no entanto o sistema de aquecimento funciona todo o ano.

**Nota 1:** Os consumos (Figura 51) são mostrados apenas nos meses em que existem faturas de 2015.

**Nota 2:** Na Tabela 50, os espaços sombreados com a cor amarela são espaços em que não existem faturas.

### 7.3. Análise Global – Baseline de consumos

Este estudo foi efetuado com base nos consumos no ano de 2015.

Na Tabela 51 mostra-se o resumo dos encargos energéticos nas instalações, tanto a nível elétrico como ao nível da utilização de gasóleo.

**Tabela 51: caracterização dos consumos de eletricidade e gasóleo**

Energia Elétrica			Gasóleo		
Consumo Anual - [kWh]	Custo anual energético- [€]	Custo médio Unitário [€/kWh]	Consumo Anual - [kWh]	Custo anual energético - [€]	Custo médio Unitário [€/kWh]
47.763,00	8.268,28 €	0,1731	79.474,50	6.034,83 €	0,08 €

De acordo com o despacho 15793-D temos:

**Tabela 52: caracterização dos consumos em energia primária**

Despacho 15793-D	
Energia Elétrica EE - 2,5 [kWhEP/kWh]	Gasóleo G - 1 [kWhEP/kWh]
119.407,5	79.474,50 €

Pode-se observar a caracterização dos consumos/custos na Tabela 53 para o período de referência.

**Tabela 53: caracterização dos consumos/custos de Energia Elétrica e Gasóleo**

Energia	Consumo Anual [KWh/ano]	Custo anual [€/ano]	Custo unitário [€/kWh]	Energia Primária [kWhEP]
Energia Elétrica	47.763	8.268,28 €	0,1731 €	119408
Gasóleo	79.475	6.034,83 €	0,0759 €	79475
Total	127.238	14.303,11 €	--	--

Analisando a tabela anterior, verifica-se que a instalação, consome energia elétrica e energia proveniente da utilização de gasóleo. É possível concluir que o custo unitário médio da

energia elétrica é de aproximadamente 0,1731€/kWh e apresenta valores totais de Consumo Anual e de Custo Anual de, 47,763€/kWh e de 8.268,28 €/ano, respetivamente.

Enquanto no caso do gasóleo, o seu custo unitário médio é de 0.0759 €/kWh e apresenta valores tais de Consumo Anual e de Custo Anual de, 79,475MWh/ano e de 6.034,83€/ano respetivamente.

Em seguida são apresentados, na Figura 52 e Figura 53, os gráficos circulares relativos ao encargo e ao consumo anual energético da instalação.

Encargo Anual Energético [€]

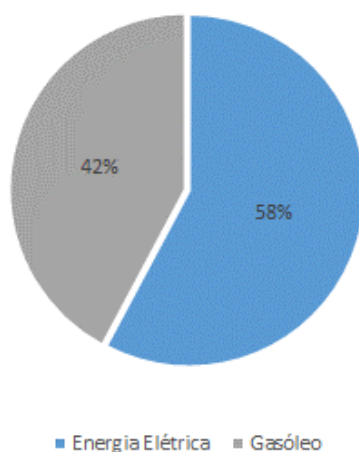
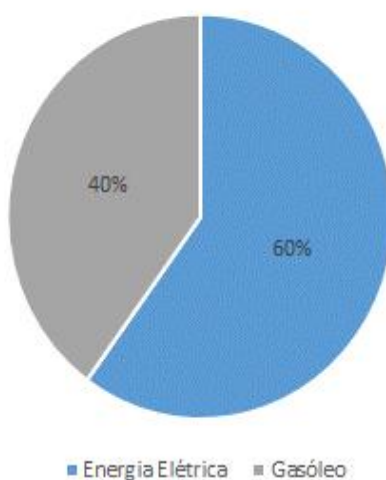


Figura 52: encargo anual energético

Consumo anual energético [kWhEP]



**Figura 53: consumo anual energético**

## 7.4. Indicadores de utilização energética

A Tabela 54 mostra alguns indicadores encontrados para caracterizar o consumo energético do edifício. Mostra também a energia consumida por metro quadrado, o custo da energia por metro quadrado, o consumo por utente, custo por utente e uma estimativa do custo energético por utilizador ao longo dos meses.

Estes indicadores são para ambas as utilizações a nível elétrico como a nível de consumo de gásóleo. Foi então estimada uma utilização diária do edifício por cerca de 200 pessoas.

**Tabela 54: custo energético por utilização**

Energia elétrica		Energia gásóleo	
kWh energia elétrica/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]	24,84	kWh energia gásóleo/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]	41,34
€ energia elétrica/m <sup>2</sup> [€/m <sup>2</sup> ]	3,10	€ energia gásóleo/m <sup>2</sup> [€/m <sup>2</sup> ]	3,14
kWh energia elétrica/utente [kWh/pessoa]	194,95	kWh energia gásóleo/utente [kWh/pessoa]	324,39
€ energia elétrica/utente [€/pessoa]	33,75	€ energia gásóleo/utente [€/pessoa]	24,63

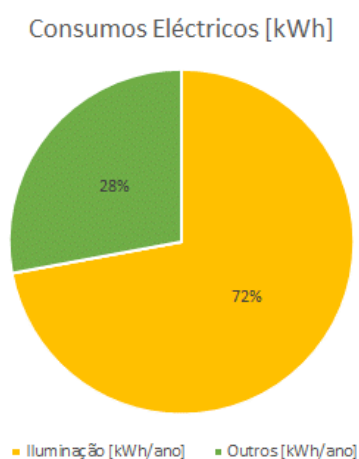
## 8. Análise e desagregação dos consumos

Na Tabela 55, convém referir que a parcela com o nome de “outros” é referente aos consumos de todos os equipamentos portáteis, existentes no edifício. Estes equipamentos, como é o exemplo dos aquecedores portáteis e dos equipamentos constituintes dos postos de trabalho (computadores, impressoras, monitores, etc.), apesar de apresentarem uma percentagem elevada de consumo elétrico não entram diretamente para a eficiência do edifício por não fazerem parte da estrutura do mesmo.

Do levantamento e das medições efetuadas foi possível chegar aos consumos por consumidores intensivos, deste modo chegou-se à desagregação apresentada na Tabela 55 e na Figura 54:

**Tabela 55: desagregação por sectores**

Consumos Eléctricos		
Iluminação [kWh/ano]	34.430,45	72,09%
Outros [kWh/ano]	13.332,55	27,91%
Total	47.763,00	



**Figura 54 desagregação por sectores**

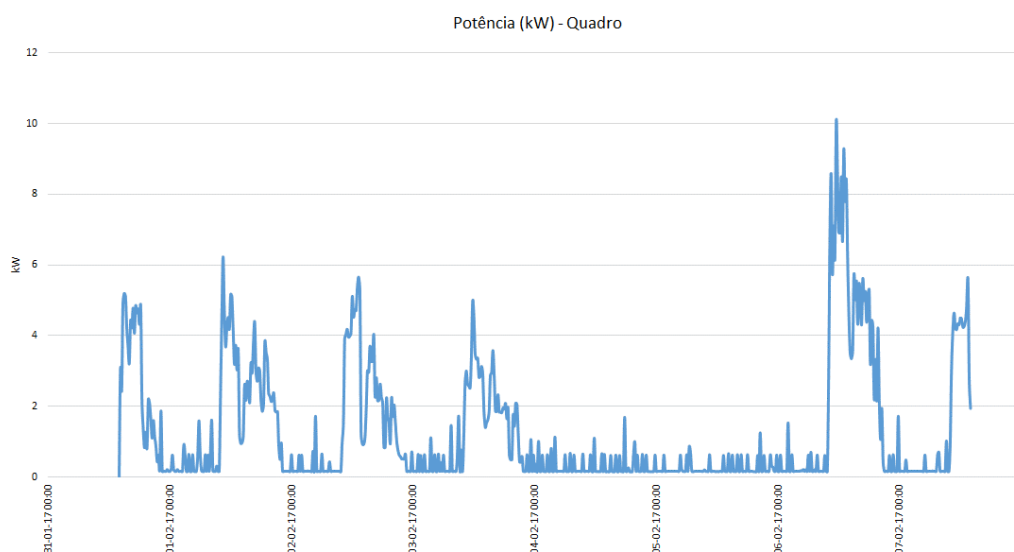
## 8.1. Medições e diagrama de carga

De forma a perceber o consumo, e períodos de funcionamento de alguns sistemas, foram monitorizados três quadros elétricos do edifício e feitas algumas medições pontuais.

### 8.1.1. Quadros

Como já foi referido anteriormente, optou-se por monitorizar três quadros elétricos do edifício. Sendo que a instalação tem, dois quadros elétricos nos, Piso 0 e Piso 1 onde à uma maior afluência de pessoas e onde funcionam todos os serviços do edifício, os analisadores foram instalados nesses mesmos pisos.

Em seguida, na Figura 55 e na Tabela 56, apresenta-se o diagrama de carga do quadro e os consumos por dia, respetivamente, obtido para o período de monitorização para o quadro instalado no Piso 1 (Ala Direita). Este, é responsável pela alimentação de todos os gabinetes de magistrados e por todas as secretarias de ministério públicos, existentes nesse piso.



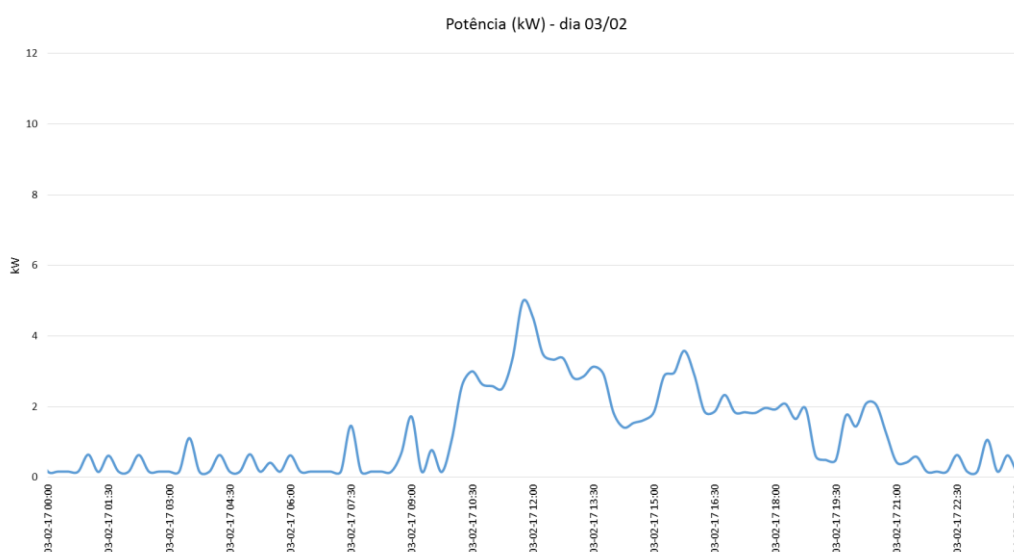
**Figura 55: diagrama de carga quadro Piso 1 (Ala Direita)**

**Consumo total semanal: 217,30 kWh**

**Tabela 56: consumos por dia quadro Piso 1 (Ala Direita)**

Consumos Quadro Geral		
	Dias	Consumo [kWh]
<b>Dia 1</b>	31-1-2017 (Terça feira)	23,30
<b>Dia 2</b>	1-2-2017 (Quarta feira)	38,73
<b>Dia 3</b>	2-2-2017 (Quinta feira)	33,84
<b>Dia 4</b>	3-2-2017(Sexta feira)	29,61
<b>Dia 5</b>	4-2-2017 (Sábado)	7,14
<b>Dia 6</b>	5-2-2017 (Domingo)	5,93
<b>Dia 7</b>	6-2-2017 (Segunda feira)	60,11
<b>Dia 8</b>	7-2-2017 (Terça feira)	18,65
	<b>Consumo Total Semanal</b>	217,30

Da análise dos dados recolhidos percebe-se que existem sistemas que ficam ligados durante o fim-de-semana.



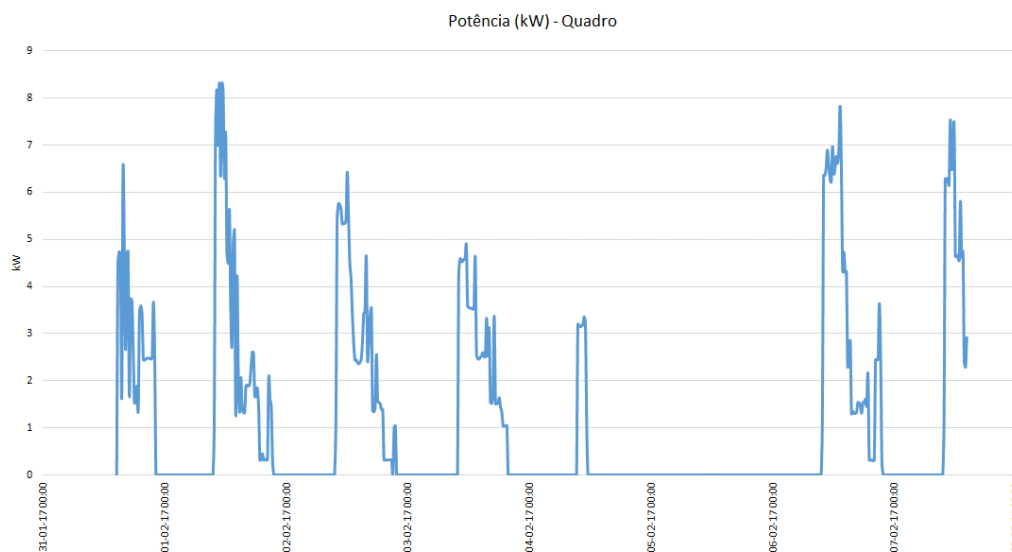
**Figura 56: diagrama de carga quadro Piso 1 (Ala Direita), de um dia.**

Da análise do diagrama de carga deste dia, percebe-se que existem equipamentos que ficam ligados durante a noite.

Em seguida, na Figura 57 apresenta-se o diagrama de carga do quadro e na Tabela 57 apresenta-se os consumos por dia do quadro instalado no Piso 0 (Ala direita), obtido para o período de monitorização.



Este quadro alimenta tanto os vários gabinetes de magistrados existentes nesta ala, bem como serviços de atendimento ao público.

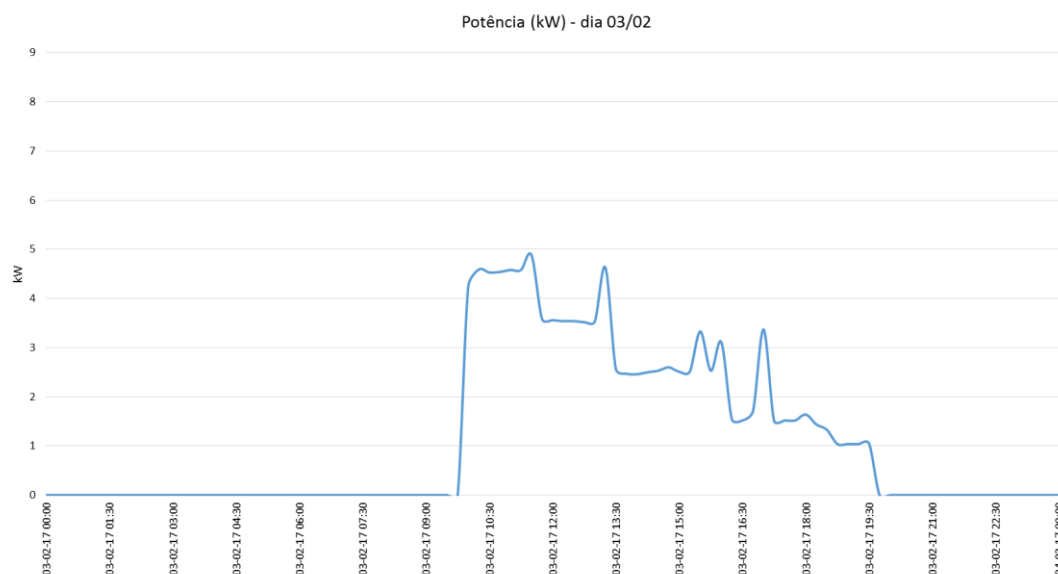


**Figura 57: diagrama de carga quadro Piso 0 (ala direita)**

**Consumo total semanal: 188,28 kWh**

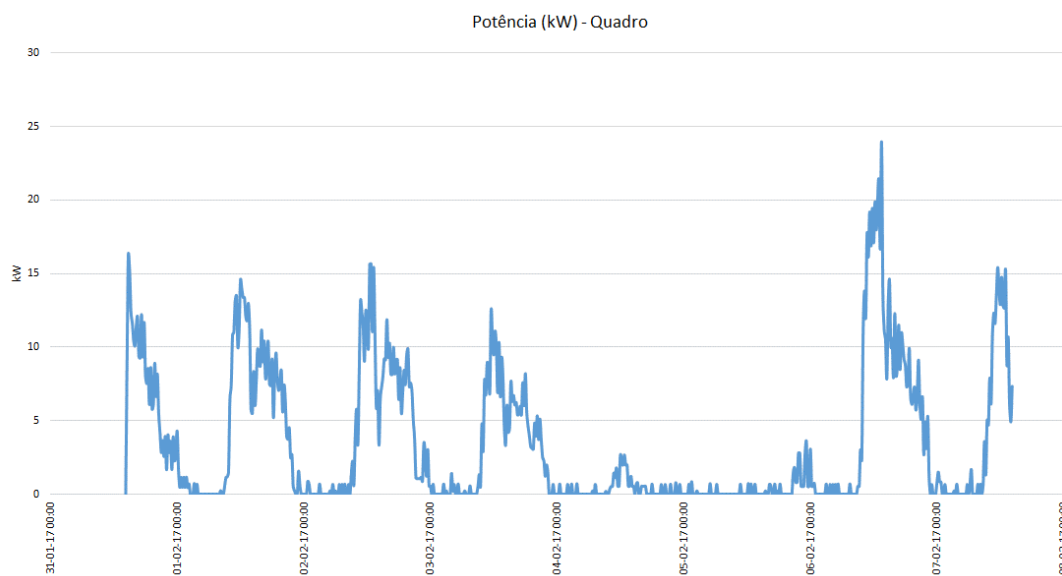
**Tabela 57: consumos por dia quadro Piso 0 (Ala Direita).**

Consumos Quadro Geral		
	Dias	Consumo [kWh]
Dia 1	31-1-2017 (Terça feira)	23,27
Dia 2	1-2-2017 (Quarta feira)	35,71
Dia 3	2-2-2017 (Quinta feira)	32,66
Dia 4	3-2-2017(Sexta feira)	26,88
Dia 5	4-2-2017 (Sábado)	5,83
Dia 6	5-2-2017 (Domingo)	0,00
Dia 7	6-2-2017 (Segunda feira)	40,20
Dia 8	7-2-2017 (Terça feira)	23,73
	<b>Consumo Total Semanal</b>	<b>188,28</b>



**Figura 58: diagrama de carga quadro Piso 0 (ala direita), de um dia**

Por fim, na Figura 59 apresenta-se o diagrama de carga do quadro geral do edifício e na Tabela 58 apresenta-se os consumos por dia do quadro instalado, obtido para o período de monitorização.



**Figura 59: diagrama de carga quadro geral.**

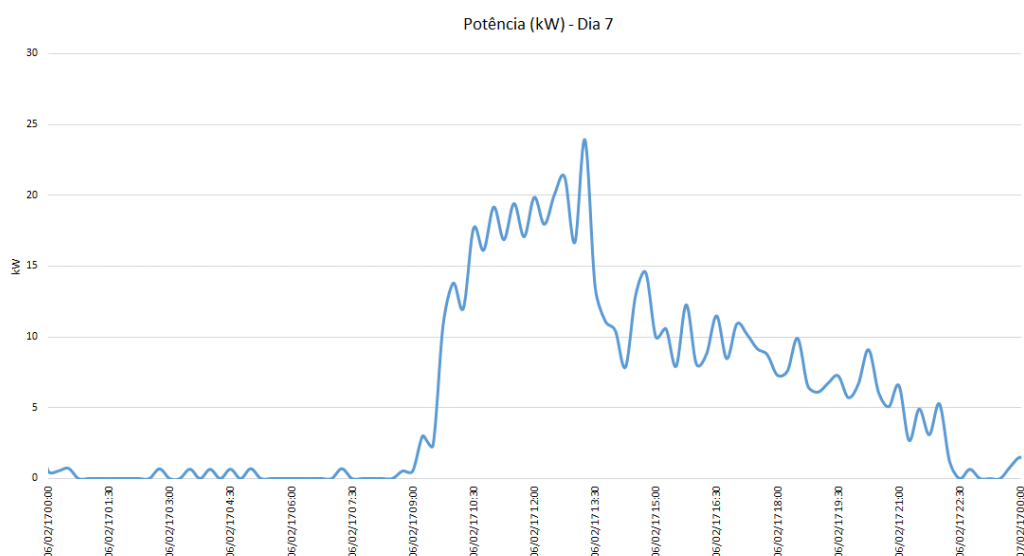
**Consumo total semanal: 578,82 kWh**

**Tabela 58: consumos por dia quadro Piso 1 (Zona Central).**

Consumos Quadro Geral		
	Dias	Consumo [kWh]
<b>Dia 1</b>	31-1-2017 (Terça feira)	70,81
<b>Dia 2</b>	1-2-2017 (Quarta feira)	108,77
<b>Dia 3</b>	2-2-2017 (Quinta feira)	107,60
<b>Dia 4</b>	3-2-2017(Sexta feira)	77,06
<b>Dia 5</b>	4-2-2017 (Sábado)	8,77
<b>Dia 6</b>	5-2-2017 (Domingo)	7,84
<b>Dia 7</b>	6-2-2017 (Segunda feira)	142,58
<b>Dia 8</b>	7-2-2017 (Terça feira)	55,40
	<b>Consumo Total Semanal</b>	578,82

Na tabela anterior, são apresentados os valores dos consumos para cada dia durante o período de monitorização. No caso de a análise ser diária, facilmente se percebe os períodos de maior afluência nas instalações, assim como a entrada em funcionamento dos diversos equipamentos.

De modo a podermos ter uma melhor perceção da entrada em funcionamento do edifício, optou-se por mostrar um diagrama de carga do quadro geral de um dia da semana (segunda feira), como é mostrado na Figura 60.



**Figura 60: diagrama de carga do quadro geral (segunda-feira).**

Da análise do gráfico (Figura 60) percebe-se que os funcionários começam a chegar por volta das 9h às instalações e ligam diversos sistemas como é o caso da iluminação e dos equipamentos nos postos de trabalho.

Conseguimos perceber que a instalação atinge valores máximos de consumo entre as 10h30m e as 13h30m e que ao longo do dia, à medida que se vai aproximando a hora de encerramento, os consumos vão diminuindo.

## 9. ORCE (Oportunidade Racionalização Consumo de Energia)

De acordo com o Decreto Lei nº 71/2008 o Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) baseia-se na realização de uma Auditoria Interna através do qual se fixam metas relativas às intensidades energética e carbónica e ao consumo específico de energia, incluindo medidas que visam a racionalização do consumo de energia, em conformidade com a legislação em vigor.

Sendo assim, neste ponto vão ser identificadas e qualificadas as medidas necessárias para atingir os objetivos definidos de redução dos consumos e seguindo uma *checklist* do Plano de Racionalização:

- ✓ Cálculo da intensidade energética;
- ✓ Cálculo do consumo específico de energia;
- ✓ Cálculo da intensidade carbónica;
- ✓ Identificação das medidas que visem a racionalização do consumo de energia;
- ✓ Quantificação das reduções de consumo das medidas identificadas;
- ✓ Programa de implementação das medidas no período do plano;
- ✓ Quantificação do impacto das medidas nos indicadores de eficiência energética para o período do plano.

**Nota:** Para o cálculo das medidas de melhoria foram utilizados consumos estimados pela simulação para a elaboração do CE.

## 9.1. Cenário inicial

Para o dimensionamento das oportunidades de racionalização de consumo de energia foram considerados os consumos estimados para emissão do certificado energético do edifício.

Tabela resumo (Tabela 59) do cenário inicial:

**Tabela 59: tabela resumo de consumos do edifício**

	Consumo de energia do edifício (ano de referência)				
	Consumo de energia			Energia Primária	Emissões de CO2 associadas
	lts	kWh <sup>1</sup>	tep <sup>2</sup>	kWhEp <sup>3</sup>	tonCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EP</sub> /ano <sup>4</sup>
Gasóleo	9.842,66	99.903,00	9,04	99.903,00	26,67
Energia Elétrica	----	53.620,00	11,53	134.050,00	19,30
<b>Total</b>		<b>153.523,00</b>	<b>20,56</b>	<b>233.953</b>	<b>45,98</b>

Classe energética do imóvel:

**Tabela 60: classe energética do imóvel**

<b>Classe Energética</b>	<b>E</b>
--------------------------	----------

**Tabela 61: tabela resumo da simulação de medidas de melhoria**

	Consumo Total [kWh]	Valor Total [€]	Energia		Energia	
			Eletricidade		Gasóleo	
			Custos por [€/kWh]	0,173	Custos por (€/kWh)	0,076
			Consumo[kWh]	Custo[€]	Consumo[kWh]	Custo[€]
<b>Inicial</b>	<b>153.523,0</b>	<b>16.868,9</b>	<b>53.620,0</b>	<b>9.276,3</b>	<b>99.90,0</b>	<b>7.592,6</b>
<b>Iluminação</b>	136.259,0	13.032,7	27.598,0	4.774,5	108.661,0	8.258,2
<b>Sistema de AVAC</b>	68.712,0	11.887,2	68.712,0	11.887,2	0,0	0,0
<b>Substituição vãos</b>	148.744,0	16.447,2	53.017,0	9.171,9	95.727,0	7.275,3

<sup>1</sup> Valor estimado em CE.

<sup>2</sup> De acordo com o Despacho n.º 17313/2008

<sup>3</sup> De acordo com o Despacho 15793-D

<sup>4</sup> De acordo com o Despacho 15793-D

<b>envidraçados</b>						
<b>Implantação gerador PV</b>	138.773,1	14.317,1	38.870,1	6.724,5	99.903,0	7.592,6
<b>Total</b>	<b>25.891,1</b>	<b>44.79,2</b>	<b>2.5891,1</b>	<b>4.479,2</b>		<b>0,0</b>

Na Tabela 62 apresenta-se o resumo dos investimentos:

**Tabela 62: tabela resumo dos investimentos**

	<b>Investimento [€]</b>	<b>Energia evitada [kWh/ano]</b>	<b>Custo energia evitada [€/ano]</b>	<b>PRI [anos]</b>
<b>Iluminação</b>	7.856,77	17.264,66	3.836,20	2,05
<b>Sistema de AVAC</b>	182.269,10	8.4811,00	4.982,00	67,77
<b>Substituição vãos envidraçados</b>	60.175,00	4.779,00	827,30	72,74
<b>Implantação gerador PV</b>	13.200,00	14.749,95	2.145,36	6,50
<b>Total</b>	<b>263.500,88</b>	<b>121.604,61</b>	<b>11.790,86</b>	<b>22,35</b>

## 9.2. Iluminação

A iluminação, como foi mostrado ao longo do relatório, representa quase 50% dos consumos elétricos do edifício, por isso vamos apresentar duas situações distintas que se consideram ser proveitosas:

### 9.2.1. Sensores de Movimentos

Recomenda-se a instalação de dispositivos de deteção de movimento em algumas zonas das instalações sanitárias, acessos e corredores, pois verificou-se durante a visita técnica ao edifício que a iluminação destas zonas encontram-se sempre ligada durante o horário de funcionamento. A iluminação é ligada no início da manhã e desligada no fecho das instalações.

É uma medida que não tem um tempo de retorno fácil de calcular, mas que torna a poupança evidente e o investimento que requer, não é significativo.





### 9.2.2. Retrofitting Iluminação

Relativamente à iluminação sugere-se a troca do tipo de lâmpadas por outras mais eficientes. Aconselha-se a troca total das lâmpadas existentes por lâmpadas *Led*, sendo que no caso das lâmpadas Fluorescentes Tubulares, recomenda-se a troca direta das lâmpadas mantendo as luminárias (desativando o balastro). A troca será efetuada de acordo com a Tabela 63:

**Tabela 63: tecnologias utilizadas e os seus equivalentes em Led**

Lâmpada Atual	Potência atual	Trocada por	Potência depois da troca
Incandescente 40W	640	E27 LED de 4W	64
T8 18W	54	T8 LED de 9W	27
T8 36W	72	T8 LED de 16W	32
T8 58W	4234	T8 LED de 23W	1679
T5 24W	9336	LED de 11W	2723
T5 49W	1568	LED de 14W	448
CFL 11W	1485	LED de 4W	540
Halógeno 60W	120	LED de 7W	8

A Tabela 64 mostra o consumo de energia consumida atualmente pelos sistemas de iluminação existentes e a energia consumida, nas mesmas condições, com a troca sugerida.

**Tabela 64: energia consumida atualmente e com substituição**

Energia consumida atualmente [kWh]	34.430,45
Energia consumida com a substituição [kWh]	17.165,79
Custo médio do kWh	0,1731

A Tabela 65 mostra o custo energético antes e depois da troca e a respetiva poupança anual na instalação.

**Tabela 65: custo energético e poupança anual**

Custo energético com iluminação atualmente [€/ano]	5.960,27
Custo energético com a substituição [€/ano]	2.971,58
Poupança anual	3.836,20 €

A Tabela 66 mostra o investimento previsto na troca de iluminação.

**Tabela 66: investimento**

Investimento			
Equipamento		Custo un [€]	Custo Total [€]
Troca Incandescente por LED 10 W	16	5,50 €	88,00 €
Troca T8 por Tubular LED 9W	3	4,72	14,16 €
Troca T8 por Tubular LED 16W	2	6,75	13,50 €
Troca T8 por Tubular LED 23W	73	7,40	540,20 €
Troca Halo por LED 7W	2	7,00 €	14,00 €
Troca CFL por LED 4W	135	7,20	972,00 €
Troca T5 por LED 7W	389	10,45	4.065,05 €
Troca T5 por LED 11W	32	12,20	390,40 €
Analizador/monitorizador de rede	1	450,00	450,00 €
Instalação	1	1.309,46	1.309,46 €
		<b>Total</b>	<b>7.856,77 €</b>

Com esta medida estima-se uma poupança de 17.264kWh/ano, que com o valor de investimento apresentado, estima-se um período de retorno (PRI) de aproximadamente 2,05 anos, como se pode observar na Tabela 67.

**Tabela 67: resumo medida de melhoria de iluminação**

	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
Iluminação	7.856,77	17.264,66	3.836,20	2,05

### 9.3. Substituição do Sistema de AVAC

O atual sistema instalado para aquecimento do edifício é composto por uma caldeira a gasóleo, tubagens sem isolamento e radiadores de parede que estão em mau estado de conservação, a substituição do mesmo por uma bomba de calor, isolando as tubagens sempre que seja possível e a troca dos radiadores, permite aumentar o rendimento do sistema.

Teve-se em consideração nesta proposta de medida de melhoria, para além da poupança energética o conforto dos utentes do edifício.

Na tabela seguinte está um resumo do investimento considerado;

**Tabela 68: investimento sistema de AVAC**

Investimento			
Equipamento	Qts	Custo un [€]	Custo Total [€]
Bomba de calor	5	27.850,00	139.250,00
Depósito de inércia	1	3.997,92	3.997,92
Remoção de radiadores existentes	86	34,70	2.984,2
Colocação de radiadores novos	86	65,80	5.658,8
Instalação do sistema	1	30.378,19	30.378,19
		<b>Total</b>	<b>182.269,11</b>

Assim para este caso foi simulado a utilização de uma bomba de calor com um COP de 3,6 que permite uma poupança de 84.811kWh/ano, estima-se um PRI de 67 anos, como se verifica na Tabela 69.

**Tabela 69: resumo da medida de melhoria do sistema de AVAC**

	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
Sistema de AVAC	182.269,10	84.811,00	4.982,00	67,77

## 9.4. Alteração das Caixilharias e Vidros

Uma grande parte dos edifícios em Portugal possui, ainda hoje, janelas muito pouco eficientes com caixilharia sem corte térmico e vidros simples, por isso a instalação de janelas mais eficientes apresenta vantagens, tais como:

- Maior conforto térmico e acústico;
- Diminuição de infiltrações de ar e água;
- Poupar energia reduzindo a fatura energética.

Sabendo que a caixilharia em madeira, quando em boas condições, garante um bom isolamento tanto térmico como acústico e sendo um produto natural torna-se uma solução muito boa do ponto de vista ecológico. No entanto, a caixilharia em madeira e vidro simples existente no Edifício, encontra-se em más condições, apresentando folgas e madeira degradada. Deste modo é proposto como medida de melhoria a substituição total das caixilharias por umas de outro material, neste caso, do tipo alumínio e a utilização de vidros duplos.

As janelas em alumínio apresentam vantagens, são elas:

- Bom isolamento térmico e acústico;
- Resistentes e com grande durabilidade;
- O material é fácil de trabalhar, permitindo deste modo a realização de janelas nos mais diversos tamanhos e formatos.

Foi efetuado um levantamento da área dos envidraçados e concluiu-se que o edifício apresenta uma área total de 240,7m<sup>2</sup>.

Na Tabela 70 seguinte é apresentada um resumo do investimento a efetuar.

**Tabela 70: investimento caixilharias e vidros**

Investimento		
Equipamento	Custo un [€]	Custo Total[€]
Remoção de vãos envidraçados	6.017,50	6.017,50
Colocação de vãos envidraçados novos	54.157,50	54.157,5
<b>Total</b>		<b>60.175,00</b>

Com a troca dos vãos envidraçados obtém-se uma poupança de 4.779kWh/ano, estima-se um PRI de 72 anos, como se pode observar na Tabela 71.

**Tabela 71: tabela final**

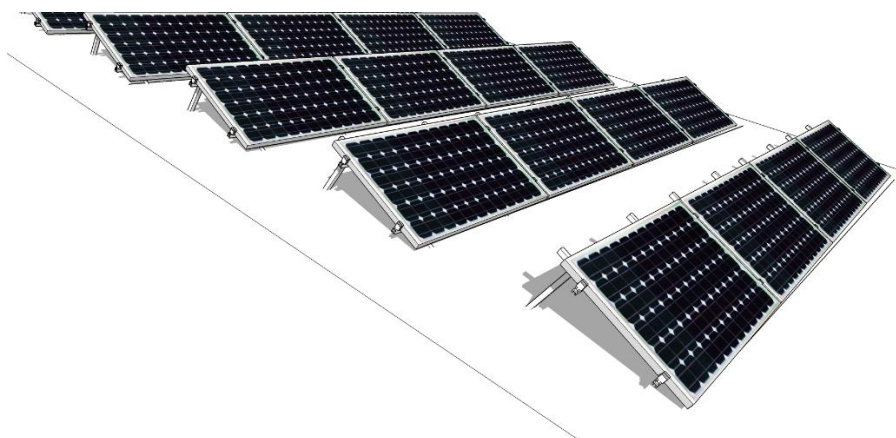
	Investimento [€]	Energia evitada [kWh/ano]	Custo energia evitada [€/ano]	PRI [anos]
<b>Substituição vãos envidraçados</b>	60.175,00	4.779,00	827,30	72,74

## 9.5. Sistema Fotovoltaico

O estudo para a presente melhoria energética, sistema fotovoltaico de autoconsumo, foi realizado tendo em conta:

- Área disponível na cobertura (orientada a sul) do edifício;
- Perfil de consumo elétrico anual da instalação (análise das faturas);
- Energia necessária à instalação durante os períodos de produção, evitando ao máximo a injeção na rede, a fim de tornar o sistema o mais rentável possível.

O gerador fotovoltaico a implementar possui 11kWp o que totaliza 44 módulos fotovoltaicos acoplados em 2 *strings*. Os módulos utilizados para esta simulação são de 250 W de potência máxima unitária. Realizando uma simulação em *PvSyst* (*software* de referência do Sector), foi possível estimar o comportamento do gerador fotovoltaico, para as várias condições meteorológicas ao longo do ano.



**Figura 61: fixação de painéis solares fotovoltaicos**

Com base no comportamento anual do gerador fotovoltaico, e no consumo anual facultado, foi possível estimar uma redução média anual da fatura elétrica de cerca de 30,1%.

Na tabela seguinte são apresentados valores de energia elétrica utilizados para autoconsumo bem como o valor poupado mensalmente para cada um dos períodos horários e a poupança anual.

**Tabela 72: estimativa anual do comportamento do gerador fotovoltaico**

Autoconsumo de Energia (kWh)		Energia Produzida não autoconsumida (kWh)		
Total Autoconsumo (kWh/mês)	Poupança mensal (€/mês)	Total Venda à RESP(kWh/mês)	Total Venda à RESP (€/mês)	
197.56	18.93	0.00	0.00	Janeiro
0.00	0.00	0.00	0.00	Vazio Normal
200.08	28.23	0.00	0.00	Super Vazio
614.65	78.61	0.00	0.00	Ponta
				Cheias
				Fevereiro
250.83	24.03	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
164.02	23.14	0.00	0.00	Ponta
611.45	78.20	0.00	0.00	Cheias
				Março
292.52	28.02	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
327.23	46.17	0.89	0.02	Ponta
980.61	125.42	0.49	0.01	Cheias
				Abril
315.30	30.21	0.83	0.03	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
408.49	57.64	4.99	0.16	Ponta
784.67	100.36	2.34	0.08	Cheias
				Maió
285.04	27.31	19.02	0.74	Vazio Normal
1.66	0.14	0.00	0.00	Super Vazio
416.30	58.74	53.43	2.08	Ponta
908.85	116.24	51.61	2.01	Cheias
				Junho
310.70	29.77	53.60	2.01	Vazio Normal
3.07	0.25	0.00	0.00	Super Vazio
305.80	43.15	125.73	4.72	Ponta
806.98	103.21	164.36	6.17	Cheias
				Julho
315.23	30.20	102.25	4.73	Vazio Normal
1.64	0.13	0.00	0.00	Super Vazio
308.70	43.56	180.97	8.37	Ponta
804.71	102.92	227.00	10.50	Cheias
				Agosto
224.10	21.47	142.38	6.17	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
249.83	35.25	271.27	11.75	Ponta
655.13	83.79	401.71	17.40	Cheias
				Setembro
271.39	26.00	129.14	5.89	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
245.82	34.69	186.12	8.49	Ponta
595.53	76.17	249.09	11.36	Cheias
				Outubro
180.41	17.28	43.23	2.01	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
277.10	39.10	154.67	7.18	Ponta
615.07	78.67	148.89	6.91	Cheias
				Novembro
224.85	21.54	0.41	0.02	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
196.76	27.76	2.66	0.10	Ponta
514.61	65.82	3.86	0.15	Cheias
				Dezembro
228.28	21.87	0.00	0.00	Vazio Normal
0.00	0.00	0.00	0.00	Super Vazio
161.22	22.75	0.00	0.00	Ponta
493.77	63.15	0.00	0.00	Cheias
Total (kWh)	Total (€)	Total (kWh)	Total (€)	
14749.95	1,829.88 €	2720.94	- €	€ 2,238.20
Poupança na Potência de horas de Ponta	408.32 €			





Para realizar uma análise financeira sobre o sistema fotovoltaico em causa teve-se em consideração os diferentes períodos horários da tarifa tetra horária, já que cada período tem um valor correspondente.

Este investimento teve ainda em conta outros fatores, como o aumento da energia elétrica, uma taxa de atualização, a depreciação anual de produção dos painéis fotovoltaicos e um valor de manutenção anual de todo o sistema fotovoltaico. Na tabela seguinte podem verificar-se quais as considerações tomadas nesta análise económica.

Através da taxa do aumento da Energia Elétrica calculou-se a tarifa da mesma para os próximos anos. Valores que foram tomados em conta neste estudo e que são apresentados na tabela seguinte.

**Tabela 73: estimativa do aumento das tarifas**

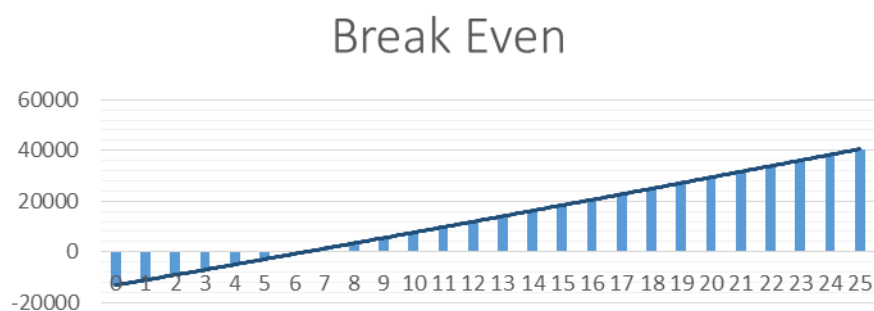
Anos	Tarifas após aumento de (ERSE) 3.2%			
	Vazio Normal	Super Vazio	Cheias	Pontas
0	0.0958	0.0813	0.1279	0.1411
1	0.09887	0.08390	0.13199	0.14562
2	0.10203	0.08659	0.13622	0.15027
3	0.10529	0.08936	0.14058	0.15508
4	0.10866	0.09222	0.14507	0.16005
5	0.11214	0.09517	0.14972	0.16517
6	0.11573	0.09821	0.15451	0.17045
7	0.11943	0.10136	0.15945	0.17591
8	0.12325	0.10460	0.16455	0.18154
9	0.12720	0.10795	0.16982	0.18735
10	0.13127	0.11140	0.17525	0.19334
11	0.13547	0.11497	0.18086	0.19953
12	0.13980	0.11864	0.18665	0.20591
13	0.14428	0.12244	0.19262	0.21250
14	0.14890	0.12636	0.19879	0.21930
15	0.15366	0.13040	0.20515	0.22632
16	0.15858	0.13458	0.21171	0.23356
17	0.16365	0.13888	0.21849	0.24104
18	0.16889	0.14333	0.22548	0.24875
19	0.17429	0.14791	0.23269	0.25671
20	0.17987	0.15265	0.24014	0.26492
21	0.18563	0.15753	0.24782	0.27340
22	0.19157	0.16257	0.25575	0.28215
23	0.19770	0.16777	0.26394	0.29118
24	0.20402	0.17314	0.27239	0.30050
25	0.21055	0.17868	0.28110	0.31011

Estima-se que o gerador tenha um custo de investimento de cerca de 13.200€. Para este valor realizou-se um estudo de viabilidade económica, com o objetivo de determinar o período de retorno do investimento e estimar o comportamento do gerador fotovoltaico durante 25 anos. Neste estudo económico foi tido em conta a queda anual de performance dos módulos fotovoltaicos (0,7% ano) e taxa de aumento das tarifas de 3,2% e a taxa de atualização de 2%. Esta taxa de atualização, foi escolhida face aos juros bancários e ao risco do investimento.

A partir do estudo feito obtiveram-se os períodos de recuperação do investimento (PRI e PRIA), taxa interna de rentabilidade (TIR) e o retorno de investimento (ROI), apresentados na Tabela 74.

**Tabela 74: estudo económico**

<b>Investimento Total s/IVA (€)</b>	<b>13.200,00</b>
<b>Poupança no primeiro ano (€)</b>	2.238,20
<b>VAL - Valor Atualizado Líquido (€)</b>	40.584,21
<b>TIR - Taxa Interna de Rentabilidade (%)</b>	15%
<b>Retorno de Investimento (€)</b>	3,07
<b>Payback c/ atualização de capital</b>	6 Anos e 5 Meses
<b>LCOE - Levelized Cost of Energy (€/kWh)</b>	0,044



**Figura 62: break even**

Deste estudo é possível concluir que a implementação do gerador fotovoltaico apresenta um *Payback* de 6 anos e 5 meses.

Acresce ainda, como fator externo, mas não menos importante, o elevado aumento das tarifas elétricas nos últimos anos e que se prevê continuarem a sua escalada ao longo dos próximos.

Assim, ainda se torna mais apetecível economicamente este tipo de investimento, dado que o fotovoltaico já atingiu a paridade de rede e neste momento consegue fornecer energia mais barata que o custo de aquisição por parte do cliente, tal como demonstrado pelo LCOE (custo da energia por kWh produzida pelo sistema ao longo do tempo de vida do projeto), que neste caso é 0,044€.

**Tabela 75: investimento fotovoltaico**

POS.	DESCRIÇÃO	Un	Qt
1	* Módulos/Marca		
	Módulo REC 250W	Un	44
2	* Estrutura/tipo		
	Estrutura para fixação de painéis fotovoltaicos apoiados numa estrutura Triangular	Un	44
3	* Inversores		
	*Fronius Symo 10.0-3-M 10kW	Un	1
4	* Sistema de monitorização		
	Transformadores de Corrente	Un	3
	Fronius meter	Un	1
5	* Circuito DC		
	ELD Cabo solar 4mm2	vg	1
	Fichas PV MC40	vg	1
	Linha Equipotencial H07V- K 4mm2 - Painéis	vg	1
	Linha Equipotencial H07V- K 10mm2	vg	1
	Caminhos de cabos em esteira de PVC e tubos PVC cinza 40mm 10kg resistente aos raios UV fixos em braçadeiras para circuitos DC	vg	1
	Cx. Quadro Geral DC	vg	1
	Equipamentos de proteção	vg	1
6	* Circuito AC		
	Cabo (Inversor -> Quadro AC)	vg	1
	Cx. Quadro Geral AC	vg	1
	Equipamentos de proteção	vg	1
7	* RESP		
	Cx. de para contador	Un	1
	Tubagem 40mm	vg	1
	Contador de produção c/ Telecontagem	Un	1
	Cabo terra 16mm2	vg	1

9	*Instalação		
	Transporte, Montagem, Responsabilidade técnica	un	1
	<b>Total</b>	<b>13.200,00</b>	

Com a implementação do sistema fotovoltaico consegue-se uma poupança de 14.749kWh/ano, estima-se um PRI de aproximadamente 7 anos, como se verifica na Tabela 76.

**Tabela 76: implementação**

	<b>Investimento [€]</b>	<b>Energia evitada [kWh/ano]</b>	<b>Custo energia evitada [€/ano]</b>	<b>PRI [anos]</b>
<b>Implantação gerador PV</b>	132.00,00	14.749,95	2.145,36	6,90

## 10. Conclusão

A produção de um kWh de energia pode ser feita usando diferentes fontes de energia. Cada fonte pode ser caracterizada por um fator que indica quantos kilogramas de CO<sub>2</sub> são libertados na atmosfera para produzir essa mesma unidade de energia.

Assim para se perceber mais facilmente qual a contribuição de cada uma das medidas apresentadas na redução de emissão de CO<sub>2</sub>, pode-se analisar a Tabela 77 e a Tabela 78. São ainda apresentados outros indicadores para facilitar o entendimento do impacto das medidas apresentadas.

**Tabela 77: indicadores, CO<sub>2</sub> e custo de energia primária**

Consumo de energia do edifício (ano de referência)					
	Consumo de energia			Energia primária	Emissões de CO <sub>2</sub> associadas
	lts	kWh <sup>5</sup>	tep <sup>6</sup>	kWhEp <sup>7</sup>	tonCO <sub>2</sub> /kWh <sub>EP</sub> /ano <sup>8</sup>
Gasóleo	9.842,66	99.903,00	9,04	99.903,00	26,67
Energia Elétrica	----	53.620,00	11,53	134.050,00	19,30
<b>Total</b>		<b>153.523,00</b>	<b>20,56</b>	<b>233.953</b>	<b>45,98</b>

Estimativa de redução de consumos					
	Energia			Energia primária	Emissões de CO <sub>2</sub> associadas
	lts	kWh	tep	kWhEp	CO <sub>2</sub> [tonCO <sub>2</sub> /kWh/ano]
Gasóleo	9.842,66	8.4811,00	9,04	84.811,00	22,64
Energia Elétrica	----	3.6793,61	7,91	91.984,03	13,25
<b>Total</b>		<b>121.604,61</b>	<b>16,95</b>	<b>176.795,03</b>	<b>35,89</b>

Consumo de energia após a aplicação das medidas					
	Consumo de energia			Energia primária	Emissões de CO <sub>2</sub> associadas
	lts	kWh	tep	kWhEp	CO <sub>2</sub> [tonCO <sub>2</sub> /kWh/ano]

<sup>5</sup> Valor estimado em CE.

<sup>6</sup> De acordo com o Despacho n.º 17313/2008

<sup>7</sup> De acordo com o Despacho 15793-D

<sup>8</sup> De acordo com o Despacho 15793-D

Gasóleo	0.00	15.092,00	0.00	15.092,00	4,03
Energia Elétrica		16.826,39	3,62	42.065,97	6,06
<b>Total</b>		<b>31.918,39</b>	<b>3,62</b>	<b>57.157,97</b>	<b>10,09</b>

**Tabela 78: indicadores,  $CO_2$  e custo de energia primária, no período de investimento**

	Custo global <sup>9</sup>	Estimativa de poupança	Custo após a aplicação da medida
Gasóleo	7.586,05 €	7.586,05 €	- €
Energia Elétrica	9.282,19 €	6.808,86 €	2.473,33 €
<b>Total</b>	<b>16.868,24 €</b>	<b>14.394,91 €</b>	<b>2.473,33 €</b>

Classe energética após aplicação das medidas:

**Tabela 79: classe energética após implementação das medidas de eficiência energética**

<b>Classe Energética</b>	<b>B</b>
--------------------------	----------

---

<sup>9</sup> Custo com base no consumo determinado no CE